



CANADA

SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU CANADA
CANADIAN METEOROLOGICAL SERVICE

LE CLIMAT DU QUÉBEC

en deux parties

THE CLIMATE OF QUÉBEC

in two parts

par/by C.V. WILSON

ATLAS CLIMATIQUE

première partie

CLIMATIC ATLAS

part one





Digitized by the Internet Archive
in 2025 with funding from
University of Toronto

<https://archive.org/details/31761120640370>

SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU CANADA



CANADIAN METEOROLOGICAL SERVICE

LE CLIMAT DU QUÉBEC

en deux parties

première partie

ATLAS CLIMATIQUE

par

C.V. WILSON

ÉTUDES CLIMATOLOGIQUES 11

THE CLIMATE OF QUÉBEC

in two parts

part one

CLIMATIC ATLAS

by

C.V. WILSON

CLIMATOLOGICAL STUDIES 11

1971

©	©
Droits de la Couronne réservés	Crown Copyrights reserved
En vente chez Information Canada à Ottawa, et dans les librairies d'Information Canada:	Available by mail from Information Canada, Ottawa, and at the following Information Canada bookshops:
HALIFAX	HALIFAX
1735, rue Barrington	1735 Barrington Street
MONTREAL	MONTREAL
1182 ouest, rue Ste-Catherine	1182 St. Catherine Street West
OTTAWA	OTTAWA
171, rue Slater	171 Slater Street
TORONTO	TORONTO
221, rue Yonge	221 Yonge Street
WINNIPEG	WINNIPEG
393, avenue Portage	393 Portage Avenue
VANCOUVER	VANCOUVER
657, rue Granville	657 Granville Street
ou chez votre libraire, ou through your bookseller	
Prix \$5.00 N° de catalogue T57-7/11-1	Price \$5.00 Catalogue No. T57-7/11-1
Prix sujet à changement sans avis préalable	Price subject to change without notice
Information Canada	Information Canada
Ottawa, 1971	Ottawa, 1971

TABLE DES CARTES ET GRAPHIQUES

Figure

- 1 Carte topographique du Québec — Labrador
- 2 Québec-Labrador: Types de surface
- 3 Stations météorologiques, 1931–1966
- 4 Rayonnement solaire et bilan du rayonnement
- 5 Distribution verticale de température et d'humidité, Janvier
- 6 Nébulosité 1941–1960. Fréquence de types de nuages, 1957–1961
- 7 Visibilité
- 8 Observations horaires du vent, en direction et vitesse, 1957–1966
- 9 Variation annuelle des températures mensuelles, 1931–1960
- 10 Température moyenne quotidienne (et sa variabilité), 1931–1960
a) janvier; b) avril; c) juillet; d) octobre
- 11 Moyenne des températures maximales quotidiennes, 1931–1960
a) janvier; b) avril; c) juillet; d) octobre
- 12 Moyenne des températures minimales quotidiennes, 1931–1960
a) janvier; b) avril; c) juillet; d) octobre
- 13 Amplitude quotidienne moyenne de la température, 1931–1960
a) janvier; b) juillet
- 14 a) Température maximale extrême enregistrée (jusqu'à la fin de 1966)
b) Température minimale extrême enregistrée (jusqu'à la fin de 1966)
- 15 Fréquence des températures maximales et minimales quotidiennes égales ou supérieures ou inférieures à certains seuils, par mois, 1951–1960
- 16 Température moyenne annuelle, 1931–1960
- 17 Amplitude annuelle moyenne de la température, 1931–1960
- 18 Moyennes mensuelles des températures dans le sol — observations du matin, et amplitude moyenne quotidienne, 1960–1968
- 19 a) Date moyenne du début de l'hiver, 1931–1960 (température moyenne quotidienne de 0°C, 32°F)
b) Date moyenne de la fin de l'hiver 1931–1960
c) Durée annuelle moyenne de l'hiver, en jours, 1931–1960
- 20 a) Date moyenne du début de la saison de croissance, 1931–1960 (température moyenne quotidienne de 42°F, 5.6°C)
b) Date moyenne de la fin de la saison de croissance, 1931–1960
c) Durée annuelle moyenne de la saison de croissance, en jours, 1931–1960
- 21 Nombre annuel de degrés-jours de croissance, probabilité de 50% basée sur les températures enregistrées au cours de la période 1931–1960. (Base de calcul: 42°F, 5.6°C)
- 22 Degrés-jours de croissance, température de base, 42°F (5.6°C): nombre de degrés-jours cumulatifs correspondant aux probabilités de 20, 50 et 80 pour cent, 1931–1960
- 23 a) Date moyenne où se produit la dernière température de 0°C (32°F) au printemps, 1931–1960
b) Date moyenne où se produit la première température de 0°C (32°F) en automne, 1931–1960
c) Durée annuelle moyenne de la période sans gel, en jours, 1931–1960 (température minimale quotidienne >0°C, 32°F)
- 24 Probabilités de dates de la dernière observation au printemps, et de la première en automne, des températures minimales ≤16°F (–8.9°C), ≤24° (–4.4°F), ≤32°F (0°C) et ≤40°F (4.4°C). Probabilités de durée des périodes au-dessus de ces seuils
- 25 a) Date moyenne, au printemps, à laquelle la température moyenne quotidienne dépasse 50°F (10°C), 1931–1960
b) Date moyenne, en automne, à laquelle la température moyenne quotidienne tombe au-dessous de 50°F (10°C), 1931–1960
c) Durée annuelle moyenne de la période pendant laquelle la température moyenne quotidienne reste au-dessus de 50°F (10°C), 1931–1960, en jours
- 26 Variation annuelle des précipitations mensuelles, 1931–1960
- 27 Moyenne annuelle des précipitations totales, 1931–1960. Fraction nivale
- 28 Variabilité de la hauteur annuelle des précipitations
- 29 Fréquence relative des précipitations totales annuelles
- 30 Moyenne annuelle des précipitations en neige, 1931–1960. Variabilité de la chute annuelle
- 31 Fréquence relative des chutes de neige annuelles
- 32 Moyenne des précipitations de mai à septembre, 1931–1960. Variabilité de la hauteur saisonnière
- 33 Probabilité de précipitations égales ou inférieures à "p" pouces dans une période donnée (en jours)
- 34 Évapotranspiration potentielle, moyenne annuelle
- 35 Évapotranspiration réelle et déficits d'eau, moyennes annuelles
- 36 Excédents d'eau, moyenne annuelle
- 37 Bilan hydrologique annuel moyen
- 38 Bioclimat humain — à l'extérieur, 1956–1965
a) Nouveau-Québec — Labrador; b) Québec Méridional
- 39 Bioclimat humain — données de base pour la climatisation, 1956–1965
a) Nouveau-Québec — Labrador; b) Québec Méridional
- 40 Température, humidité et vitesse du vent (moyennes), 1956–1965
a) Nouveau-Québec — Labrador; b) Québec Méridional
- 41 Montréal et Québec: Bioclimat humain à l'extérieur, janvier 1958–1962
- 42 Montréal et Québec: Bioclimat humain — données de base pour la climatisation, janvier 1958–1962
- 43 Nombre annuel moyen de degrés-jours de chauffe, 1931–1960. (Base de calcul: 65°F)
- 44 Montréal: Fréquence des inversions de température, 1967–1969

LIST OF MAPS AND DIAGRAMS

Figure

- 1 Topographic map of Québec — Labrador
- 2 Québec-Labrador: Surface conditions
- 3 Meteorological stations, 1931–1966
- 4 Solar and net radiation
- 5 Vertical distribution of temperature and humidity, January
- 6 Cloud cover 1941–1960. Frequency of cloud forms 1957–1961
- 7 Visibility
- 8 Hourly observations of wind direction and speed, 1957–1966
- 9 Annual variation of monthly temperature, 1931–1960
- 10 Mean daily temperature (and variability), 1931–1960
a) January; b) April; c) July; d) October
- 11 Mean daily maximum temperature, 1931–1960
a) January; b) April; c) July; d) October
- 12 Mean daily minimum temperature, 1931–1960
a) January; b) April; c) July; d) October
- 13 Mean daily range of temperature, 1931–1960
a) January; b) July
- 14 a) Extreme highest temperature on record (through 1966)
b) Extreme lowest temperature on record (through 1966)
- 15 Frequency of daily maximum and minimum temperatures equal to, or above or below certain thresholds, by month, 1951–1960
- 16 Mean annual temperature, 1931–1960
- 17 Mean annual range of temperature, 1931–1960
- 18 Mean monthly soil temperatures — morning observation, and mean daily amplitude, 1960–1968
- 19 a) Mean date of the start of winter, 1931–1960 (daily mean temperature 0°C, 32°C)
b) Mean date of the end of winter, 1931–1960
c) Mean annual length of winter, in days, 1931–1960
- 20 a) Mean date of the start of the growing season, 1931–1960 (daily mean temperature 42°F, 5.6°C)
b) Mean date of the end of the growing season, 1931–1960
c) Mean annual length of the growing season, in days, 1931–1960
- 21 Annual number of growing degree-days, base 42°F (5.6°C), 50% probability of occurrence based on data for the period 1931–1960
- 22 Growing degree-days above 42°F (5.6°C): Number of accumulated degree-days for probabilities of 20, 50 and 80 per cent, 1931–1960
- 23 a) Mean date of the last occurrence of 0°C (32°F) in spring, 1931–1960
b) Mean date of the first occurrence of 0°C (32°F) in autumn, 1931–1960
c) Mean annual freeze-free period, in days, 1931–1960 (daily minimum temperature >0°C, 32°F)
- 24 Probability of occurrence of the last date in spring, and of the first date in autumn, with a minimum temperature ≤16°F (–8.9°C), ≤24°F (–4.4°C), ≤32°F (0°C) and ≤40°F (4.4°C). Probability of length of periods above these thresholds
- 25 a) Mean date, in spring, when the daily mean temperature rises above 50°F (10°C), 1931–1960
b) Mean date, in autumn, when the daily mean temperature falls below 50°F (10°C), 1931–1960
c) Mean annual duration of the period with daily mean temperature above 50°F (10°C), 1931–1960, in days
- 26 Annual variation of monthly precipitation, 1931–1960
- 27 Mean annual total precipitation, 1931–1960. Percentage falling as snow
- 28 Variability of the yearly precipitation amount
- 29 Relative frequency of annual total precipitation amounts
- 30 Mean annual snowfall, 1931–1960. Variability of the yearly amount
- 31 Relative frequency of annual snowfall totals
- 32 Mean May to September precipitation, 1931–1960. Variability of the seasonal amount
- 33 Probability of "p" or less inches of precipitation falling within a stated period (in days)
- 34 Mean annual potential evapotranspiration
- 35 Mean annual actual evapotranspiration and water deficiency
- 36 Mean annual water surplus
- 37 Mean annual water budget
- 38 Human bioclimate I, outdoors, 1956–1965
a) New Québec — Labrador; b) Southern Québec
- 39 Human bioclimate II, data for indoor climatic control, 1956–1965
a) New Québec — Labrador; b) Southern Québec
- 40 Mean temperature, humidity and windspeed, 1956–1965
a) New Québec — Labrador; b) Southern Québec
- 41 Montréal and Québec: Human bioclimate outdoors, January, 1958–1962
- 42 Montréal and Québec: Human bioclimate — data for indoor climatic control, January, 1958–1962
- 43 Mean annual number of heating degree-days (base 65°F), 1931–1960
- 44 Montréal: Frequency of temperature inversions, 1967–1969

LE CLIMAT DU QUÉBEC

PARTIE I – ATLAS CLIMATIQUE

par
C.V. WILSON

AVANT-PROPOS

Le Climat du Québec est l'une de plusieurs études climatologiques qui traitent du climat des différentes régions du Canada. Oeuvre de Mlle Cynthia V. Wilson, du Centre d'Études nordiques de l'Université Laval, elle est le résultat d'une entente contractuelle entre cette université et le Service météorologique du Canada. La Division de la climatologie de ce Service a supervisée la recherche tandis que le Centre d'Études nordiques fournissait à l'auteur une aide substantielle.

Le Climat du Québec, ouvrage en deux parties, a été conçu pour répondre aux exigences de la planification et aux demandes de renseignements du public. Atlas Climatique de la Province de Québec (Partie I) contient surtout des données présentées sous forme de cartes et graphiques, tandis que la manière d'utiliser ces données fait l'objet du Partie II: Mise en Application des Renseignements Climatologiques.

INTRODUCTION

Dans des domaines tels que le développement économique, la santé et le bien-être, les conditions de vie et la qualité de l'environnement, il est important de connaître les aspects significatifs du climat, lorsqu'il s'agit de prendre des décisions à long terme. Il semble que plus la technologie moderne peut tenir compte du climat naturel, plus les résultats sont stables et plus on est à l'abri des conséquences coûteuses.

La province de Québec occupe un peu plus de 15% du territoire canadien et comprend six millions de personnes, soit près de 29% de la population du pays. Tout comme ailleurs au Canada, la majorité de la population vit en milieu urbain (78% en 1966¹), soit 42% de la population totale dans le Montréal métropolitain et 56% dans la région de Montréal. Dans Québec et sa banlieue on en compte encore 7%. Du reste de la population, la plus grande partie vit dans les autres régions des basses terres du Saint Laurent, dans le voisinage des Laurentides, et la vallée de l'Outaouais et dans les Cantons de l'Est; une mince bande de terres habitées s'étire le long de la rive Sud de l'estuaire du Saint-Laurent et de la péninsule gaspésienne (voir Figure 1). Des enclaves habitées existent dans la région des basses terres du lac Saint-Jean, du haut Saguenay et de l'Abitibi, tandis que l'on trouve de petits groupes isolés le long de la Côte-Nord de l'estuaire. La Figure 2 montre la région de peuplement continu et les principaux centres urbains. Environ 12% de la surface des terres du Québec a été défrichée.

Ailleurs dans la province, l'ensemble de la population compte environ de 25 à 30,000 habitants, dont queique 5,000 dans le centre minier de Schefferville, au Nouveau-Québec.

Le Québec occupe la seconde place après l'Ontario pour la valeur de sa production manufacturière — près de 30% du total canadien en 1967; environ 35% de la main-d'oeuvre du Québec est employée dans le secteur manufacturier et dans la construction. En 1965, l'industrie représentait 70% de la valeur brute de la production totale du Québec. La principale région industrielle est centrée sur Montréal et s'étend de la frontière ontarienne jusqu'à Sorel. Cependant, c'est le secteur tertiaire, y compris le transport et les communications, le commerce, les finances et les services publics, qui comptait le plus grand nombre d'employés, soit plus de 50% de la main-d'oeuvre provinciale.

Pour le secteur primaire, les industries forestière et minière sont d'importants producteurs; en 1966, le Québec a produit 23% des revenus forestiers et 19% des revenus miniers du pays. La valeur totale de tous les produits agricoles approche 13% du chiffre national, mais dans bien des régions l'exploitation agricole reste de type traditionnel; en 1966, près de la moitié des fermes étaient classées comme non-commerciales.² En 1965, la production agricole primaire constituait seulement 4% du produit brut du Québec et employait 6% de la main-d'oeuvre. D'ailleurs, les terres agricoles les plus productives se trouvent dans la région de Montréal et ses environs et s'étendent en aval du fleuve jusqu'à Berthierville et Nicolet. La plupart des terres agricoles restantes sont marginales, situation née du climat et du sol. Le nombre des terres cultivées diminue graduellement et de ce fait, un nombre important d'agriculteurs se déplacent vers les villes ou vers la région de Montréal. On tente présentement de créer d'autres emplois dans ces régions défavorisées en développant de nouvelles industries, y compris celle du tourisme. Les revenus de la pêche le long des côtes de l'estuaire et du golfe sont maigres et cette industrie périclité. De nombreux pêcheurs occupent un emploi dans les développements miniers et hydro-electriques de la Côte-Nord et du Nouveau-Québec/Labrador.

L'industrie du tourisme et des loisirs devient rapidement l'une des plus prometteuses pour l'économie du Québec. On peut en distinguer trois aspects: les touristes qui visitent les villes et les campagnes habitées du Sud, ceux qui fréquentent les centres de villégiature d'hiver et d'été des Laurentides et des Cantons de l'Est et ceux qui recherchent un paysage plus sauvage, soit dans les parcs provinciaux et nationaux, soit plus loin encore. Le Nord attire un nombre croissant de personnes, mais ses possibilités demeurent encore inexploitées. Les étés frais et pluvieux et les eaux froides de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent ne favorisent pas l'établissement de stations balnéaires.

Si les basses températures de la province imposent certaines restrictions d'ordre économique, les riches réserves d'eau fournie par les fortes précipitations annuelles et qu'accroissent le faible taux d'évaporation sont le fondement de la prospérité du Québec moderne. Par exemple, la moyenne annuelle de l'excédent d'eau sur les rebords Sud-Est et Est du Bouclier

laurentien se situe entre 700 et 1,000mm (de 28 à 40 pouces). Ainsi, le manque d'énergie calorifique naturelle est en quelque sorte compensé par le potentiel hydro-électrique. À la fin de l'année 1967, le Québec produisait Il millions de kilowatts, soit près de 50% de la production hydro-électrique du Canada. Le complexe Manicouagan-Outardes en fournira encore 5 millions et le Québec et les Maritimes pourront produire encore 4.5 millions de kilowatts à la fin des travaux du complexe des chutes Churchill en 1972. De plus, la province possède d'immenses réserves renouvelables d'eau douce, produit de plus en plus précieux.

En bref, on peut distinguer deux grandes régions géographiques au Québec:

(i) une région de peuplement contigu dont le centre de gravité démographique et économique est Montréal. Cette région constitue une partie de ce qu' Hamelin (1964) nomme "Canada de base", c'est-à-dire l'"écoumène principal" et une portion du "Pré-Nord". La rigueur de l'hiver peut influer sur le réseau de communications, sur le prix des assurances, sur le chômage saisonnier et sur le coût de la vie et du chauffage en hiver, mais constitue également un potentiel de loisirs. À la limite de cette région, l'été est trop incertain pour qu'on s'y risque à l'agriculture et peut être trop frais et pluvieux de point de vue du confort humain et de la détente;

(ii) l'arrière-pays du Nord ("Moyen-Nord" et "Grand-Nord", d'après Hamelin) est relié à l'écoumène principal par quelques voies d'accès ou chemins de fer, mais surtout par l'avion, les télécommunications et les lignes de transmission électrique. Le climat fait partie intégrante de deux aspects intimement liés du développement du Nord: premièrement, l'amélioration du niveau de vie et du genre de vie dans les agglomérations isolées où le climat influe sur le choix des sites, sur l'architecture et sur l'urbanisme, le niveau de sûreté, de sécurité et d'efficacité des constructions et des systèmes techniques, et ainsi de suite; deuxièmement, l'aménagement de nouveaux territoires pour la mise en valeur des richesses naturelles. Les études de rentabilité (bénéfices/coûts) tiennent compte du facteur climatique au même titre que la planification, la logistique, l'exploitation et l'entretien. Vu que l'un des problèmes fondamentaux dans le Nord est l'acheminement par avion de la plupart des fournitures de toutes sortes et des vivres, et étant donné l'emploi de plus en plus répandu des avions à réaction, il est de première importance de choisir les pistes d'atterrissage en fonction des conditions climatiques locales.

LA SAISON FROIDE

De la remarque trop célèbre de Voltaire "quelques arpents de neige" à la chanson vibrante de Vigneault "mon pays c'est l'hiver", le froid a toujours posé un défi au Québec en matière de peuplement et de développement économique. L'hiver est long, même dans les régions habitées du Sud, où il dure en moyenne de quatre à cinq mois, — température moyenne quotidienne inférieure à 0°C (32°F) — dans le centre et le Nord du Nouveau-Québec. La durée moyenne de la saison froide passe de cinq à huit mois et plus. L'hiver est aussi rigoureux. En effet, la température moyenne de janvier varie entre −10° et −15°C (14° à 5°F) dans les régions habitées du Sud, et de −20° à des températures inférieures à −25°C (−4°F à −13°F) au Nouveau-Québec. La plus basse température enregistrée dans le centre-ville de Montréal est −34°C (−29°F), et dans la ville de Québec, −37°C (−34°F). Même si la rive Sud de l'estuaire du Saint-Laurent, la Gaspésie et les îles du golfe connaissent des températures plus douces, la plus grande partie de la province a déjà connu des températures inférieures à −46°C (−50°F). La fréquence et la durée des basses températures se reflètent dans le nombre moyen de degrés-jours de chauffage par année: de 9,000 à 11,000 dans le Sud jusqu'à 14,000 et 15,000 dans les régions minières du centre du Nouveau-Québec et plus de 17,000 dans le Grand-Nord.

Si les hivers longs et froids du Québec se retrouvent dans d'autres régions du Canada, peu de gens au monde doivent enlever une telle quantité de neige de leurs routes, de leurs entrées de cour et de leurs terrains de stationnement. Dans les basses terres du Sud, les précipitations moyennes annuelles de neige varient d'un endroit à l'autre de 120 à 300 cm (80 à 120 pouces); sur les pentes exposées au vent dans les régions montagneuses de la province, il tombe en moyenne par année jusqu'à 500 cm (200 pouces) et peut-être plus. La variabilité du total des chutes de neige d'une année à l'autre (de l'ordre de 20 à 30% dans le Sud et plus de 40% dans le Nord) rend difficile la planification à long terme et l'établissement d'un budget pour les travaux d'enlèvement de la neige. Cette incertitude compense, jusqu'à un certain point, les avantages économiques des chutes de neiges abondantes, notamment dans l'industrie des sports d'hiver où paradoxalement, les machines à fabriquer la neige sont un équipement essentiel. Il faut aussi tenir compte de l'accumulation de neige sur les toitures et les autres ouvrages, dans les arbres et sur les plantes (Boyd, 1965).

Les vents forts de l'hiver créent, particulièrement dans les plaines et sur les côtes, des poudreries de neige ("chasse-neige élevés"). Les nouvelles autoroutes sont exposées aux vents et aux poudreries, particulièrement dans les plaines, mais les anciennes routes étroites, bordées de bancs de neige, le sont aussi: en plus des dangers des congères, le conducteur, à un tournant de la route, peut sans avertissement perdre toute visibilité. L'éblouissement nival (whitout) est un problème des régions nordiques: il se produit par ciel couvert, lorsque le soleil est bas et qu'il y a une vaste étendue de neige. La réflexion multiple de la lumière et la disparition des ombres amènent une perte du sens de la perspective et de l'orientation.

Les précipitations verglaçantes sont l'une des manifestations de l'hiver les plus coûteuses et les plus dangereuses. Elles surviennent le plus souvent dans les collines et les montagnes du Bouclier laurentien, dans le Sud et l'Est du Québec et dans le Sud-Ouest du Labrador (Figure 1), qui sont les principales régions de production et de transmission de l'énergie hydro-électrique au Québec-Labrador, et se produisent en moyenne plus de 50 heures par année (McKay and Thompson, 1969): dans les régions habitées du Sud, leur fréquence moyenne varie de 25 à 50 heures. Les fortes précipitations de pluie verglaçante sont généralement associées aux secteurs chauds de dépression et sont suivies le plus souvent de forts vents et d'un temps froid qui accompagne le passage du front froid. Cette séquence de temps complique les effets de l'accumulation de glace, notamment sur des ouvrages comme les tours, pylônes, mâts et antennes, et sur des lignes de transmission téléphonique et électrique — cordons vitaux en hiver. Lorsqu'une telle tempête frappe une région fortement peuplée, comme ce fut le cas à Montréal en février 1961 (Mahaffy, 1961), le coût en apparaît immédiatement en termes de délais ou d'interruption totale

des communications (routes et pistes d'atterrissage glacées, visibilité réduite, accidents nombreux), de dommages matériels à la propriété et à la végétation, de désagréments multiples: inconfort et même danger dû à l'obscurité, au manque de chauffage et d'électricité. Le coût réel pour l'économie est plus difficile à évaluer, mais il comporte certainement des primes d'assurance plus élevées.

La pénétration du gel dans le sol et le soulèvement de la couche de surface dû à l'alternance du gel et du dégel posent un problème technique pour la construction de bâtiments, de routes, d'assises de chemins de fer et de pistes d'envol, pour la pose des tuyaux, etc., et peuvent devenir coûteux à la longue. Le pergélisol caractérise certaines régions du Nord du Québec (Figure 2); au cours de l'été, il n'y a qu'une mince couche active à la surface du sol. Dans ce cas, il importe de ne pas détruire l'équilibre thermique naturel du sol par la construction. Partout ailleurs, le gel est un phénomène saisonnier. Même si la profondeur de pénétration du gel varie selon le lieu et les conditions du sol, le moment et l'épaisseur de la couverture nivale, on a découvert une relation pratique très utile entre la température de l'air, exprimée sous forme d'indices de degrés-jours cumulatifs de gel et de dégel (base de calcul: 32°F), et la profondeur du gel dans différents sols. Les indices moyens de gel pour le Québec s'échelonnent entre environ 1400 degrés-jours dans la région de Montréal et 3000 en Abitibi et dans les basses terres du lac Saint-Jean, et plus de 6,000 dans le Grand-Nord (Thompson, 1963). De tels indices nous permettent aussi d'exprimer une relation empirique entre la température et la croissance, l'épaisseur et la fonte des glaces des rivières, des lacs et des eaux côtières, et la fonte des neiges, en dépit des nombreux autres facteurs qui influent sur ces phénomènes. L'action intense du gel et du dégel sur les surfaces revêtues peut les rendre impropres à la circulation au printemps et causer des dommages aux véhicules. L'alternance du gel et du dégel se fait sentir le plus souvent à la fin de l'hiver, mais dans le Sud et l'Est du Québec, des importantes variations de température autour du point de congélation peuvent se produire n'importe quand durant la saison froide.

Le climat hivernal de la province augmente les effets de la pollution de l'air, et les données climatiques sont utiles à la lutte contre cette pollution. En hiver, au Québec, les couches inférieures de l'atmosphère sont le plus souvent stables. La présence de cette inversion verticale de la température (ou d'une couche isotherme) soit en surface, soit au-dessus d'une mince-couche de mélange, ce qui est le cas dans les villes, empêche les particules étrangères et les gaz de s'échapper vers des régions plus élevées de l'atmosphère. Les polluants se concentrent dans les couches situées près du sol jusqu'à ce que la stabilité soit rompue par un vent fort ou par l'advection d'air chaud et de nuages, qui permettent une ventilation. Bien que la pollution soit à son pire niveau dans une grande ville comme Montréal, avec ses unités de chauffage domestiques, ses incinérateurs, ses industries, ses véhicules, même les plus petits centres du Nord n'y échappent pas complètement. Schefferville, située dans un creux, est habitée par 5,000 personnes qui possèdent environ 2,000 voitures et peu de garages. De plus, il est d'usage dans le Nord, par temps très froid, de laisser tourner le moteur des véhicules stationnés à l'extérieur.

Le brouillard glacé est une autre forme de pollution de l'air plus fréquente dans les établissements du Nord. Ce phénomène se produit naturellement dans les régions inhabitées lorsque la température descend au-dessous de −40°C (°F); à cette température, il y a nucléation spontanée de toutes les gouttelettes d'eau surfondues restantes. Dans les régions habitées, la vapeur d'eau émise par l'échappement des véhicules, le chauffage domestique et les centrales électriques, sursature rapidement l'air et la probabilité de brouillard glacé augmente par température inférieure à −30°C (−22°F): de toute façon, les noyaux de condensation ne manquent pas. La présence d'une inversion de température marquée à la surface peut causer un brouillard glacé très persistant et réduire la visibilité au-dessous des conditions minimales requises par l'aviation.

Un niveau de vie élevé, des systèmes de communications efficaces et une productivité soutenue durant les longs mois d'hiver rigoureux coûtent très cher. Il faut donc compenser le plus possible ces inconvénients si l'on veut que le Québec puisse concurrencer les régions dont le bilan thermique est plus favorable à la vie et aux activités humaines. Du point de vue pratique, le temps rigoureux: basses températures, chutes de neiges abondantes, pluies verglaçantes, "chasse-neige" élevé, éblouissement nival, inversions de température persistantes et brouillard glacé, requière des prévisions à court terme si l'on veut réduire les délais coûteux, l'inconfort ou même les pertes de vie. Cependant, les renseignements climatiques du type présenté dans cet atlas et dans les tableaux de la deuxième partie, sont valables pour les décisions à long terme, la planification régionale et locale, la logistique, la construction et les travaux techniques, la localisation de lignes de communication, le choix des matériaux, la conception de l'équipement, l'entretien, etc., afin de prévoir des mesures de protection suffisante contre le temps rigoureux au prix le plus bas.

Ces dernières années, l'idée qu'on se faisait de l'hiver a changé, ce qui a amené le développement rapide d'une très lucrative industrie des sports d'hiver, y compris la fabrication des motos-neige et la conception de vêtements mieux adaptés à ces diverses activités. De même, dans l'industrie de la construction, l'adoption de techniques nouvelles permet le travail à l'extérieur sans interruption durant l'hiver. Ces aspects de l'activité hivernale demandent entre autres une certaine connaissance du bioclimat humain à l'extérieur, et certaines de ces données sont incluses dans la présente étude. D'autre part, bien des gens ne passent plus que quelques minutes par jour à l'extérieur l'hiver car tous les édifices publics et privés et tous les véhicules sont chauffés. Lorsque le chauffage est satisfaisant et qu'il y a des coupe-vapeur, le coût du chauffage et de l'humidification est étroitement lié au temps extérieur. On trouvera ici certaines données utiles à la climatisation, pour certaines stations représentatives. Dans le Nord toutefois, la question des bioclimats humains (à l'intérieur et à l'extérieur) prend une importance particulière.

LA SAISON CHAUDE

Selon un vieux dicton, Québec n'a que deux saisons, l'hiver et le mois de juillet. Sauf dans l'extrême Sud (plaine de Montréal, voisinage des collines laurentiennes et Cantons de l'Est), l'été est plutôt éphémère, frais et nuageux. Dans le Nord, les promesses de l'été ne se réalisent pas toujours et c'est pourquoi plusieurs personnes qui s'y étaient établies reprennent bientôt le chemin du Sud.

Dans les régions habitées du Sud, la température quotidienne moyenne normale en juillet varie entre 20°C (68°F) dans la plaine de Montréal et la vallée de l'Outaouais, 17.5°C (63°F) en Abitibi, au Saguenay-lac Saint-Jean et au Sud de la Gaspésie, et 15°C (59°F) sur la Côte-Nord du golfe. Dans le Nord, les températures correspondantes varient entre 12.5°C (55°F) dans la région centrale et 5°C (41°F) le long de la côte du détroit d'Hudson. La plupart

^[1] Milieu urbain" signifie ici une localité qui compte au moins 1,000 habitants. En 1966, 65% de la population vivait dans des villes de 5,000 habitants ou plus.

^[2] Fermes où les ventes annuelles sont comprises entre \$50 et \$2,500.

des stations météorologiques de la province ont déjà enregistré des extrêmes de 32°C (90°F) et plus, sauf les stations de la région côtière de la Côte-Nord et du détroit de Belle-Ile.

De mai à septembre, la moyenne des précipitations dans les régions agricoles s'établit entre 400 et 450 mm (de 16 à 18 pouces); d'un été à l'autre, le total de ces précipitations varie de 20 à 25%, soit moins de 20% dans les basses terres du lac Saint-Jean, et de 25 à plus de 30% dans le Nord de l'Abitibi. Dans les régions montagneuses du Sud et de l'Est, les précipitations d'été peuvent dépasser 600 mm (24 pouces). De 400 à 500 mm (16 à 20 pouces) au centre du Nouveau-Québec, le total moyen s'abaisse à moins de 200 mm (8 pouces) dans le Nord de l'Ungava où la variabilité des quantités saisonnières atteint 50%. De telles précipitations entraînent une forte nébulosité. Le nombre moyen d'heures d'ensoleillement pour la période de juin à août se situe entre 50 et 57% du total possible dans la région de Montréal et les Cantons de l'Est. Le long de l'estuaire et ailleurs dans le Sud du Québec, cette durée varie de 40 à 49%; dans certaines petites localités favorisées près de Caplan dans le Sud de la Gaspésie et la Pociatière sur la rive Sud, le total atteint et dépasse parfois 50%. Dans les régions septentrionales, ce pourcentage est habituellement inférieur à 40% sur la côte et à l'intérieur — par exemple, 33% à Schefferville et 35% à Inoucdjouac.

La durée moyenne de la saison de croissance (température quotidienne moyenne de 42°F, 5,6°C, et plus) est de 180 à 200 jours dans la vallée de l'Outaouais et les basses terres du Saint-Laurent jusqu'à la Pociatière; ailleurs dans les régions habitées du Sud, elle est de 140 à 180 jours. Toutefois, la durée moyenne réelle de la saison de croissance est plus courte, à cause des gelées fréquentes à la fin du printemps et au début de l'automne. La saison moyenne sans gel dure le plus longtemps dans la région de Montréal (plus de 140 jours); ailleurs dans la région des basses terres du St-Laurent, elle varie entre 120 et 140 jours. Vers le Nord et vers l'Ouest, ces chiffres diminuent rapidement et en même temps, la variabilité d'une saison à l'autre augmente brusquement. Le nombre de degrés-jours au-dessus de 42°F (5,6°C) donne une mesure de l'énergie disponible pour la croissance des plantes. Dans la plaine de Montréal, le total annuel moyen dépasse 3,400 degrés-jours, mais au-delà des basses terres en aval de la ville de Québec, de même qu'au Nord et à l'Ouest, le total est bien inférieur à 3,000. Lorsque la période sans gel est courte et variable, comme dans le Nord de l'Abitibi, le nombre de degrés-jours de croissance durant cette période peut être inférieur à 70% du nombre annuel total (Boughner, 1964). À l'automne les eaux de l'estuaire et du golfe ont pour effet d'allonger la saison sans gel dans les régions côtières avoisinantes, mais la froideur des eaux en été contribue cependant à réduire le nombre total de degrés-jours. Du point de vue de la croissance des plantes, la véritable sécheresse n'est pas fréquente au Québec, même s'il se produit parfois des périodes plus sèches et que les forts vents peuvent causer un excès d'évapotranspiration à l'échelle locale.

Ces facteurs climatiques et d'autres font que seul le fermier de l'extrême-Sud est relativement sûr de ses récoltes. La plupart des cultures commerciales, des fruits et légumes, et des produits spécialisés, notamment la betterave à sucre et le tabac, sont confinées aux plaines de la région de Montréal, à l'exception de quelques fruits tendres et de produits maraîchers qui sont cultivés dans les localités favorisées, près de la ville de Québec. Toutefois, la province compte environ le tiers du troupeau laitier du Canada et fournit environ le tiers de la production nationale. De plus, la tendance actuelle est à l'augmentation du nombre des bovins de boucherie. La plupart des régions agricoles du Québec fournissent des produits laitiers et la récolte du foin est d'une grande importance comme fourrage d'hiver. Durant la période critique du séchage et de la récolte du foin, il faut, pendant un certain nombre de jours consécutifs, des précipitations minimales, une faible humidité relative et un soleil brillant; la probabilité d'incidence combinée de ces éléments n'est jamais très élevée au Québec.

Dans le domaine agricole, beaucoup de décisions demandent des prévisions météorologiques à courte échéance, mais les données climatiques fondamentales, notamment sur la probabilité de gelée, d'autres températures minimales critiques et de températures maximales élevées, sur la probabilité de pluies cumulatives de plusieurs jours consécutifs au temps des moissons, sur l'humidité atmosphérique et le pouvoir d'assèchement de l'air, la probabilité de pluies d'orages et de grêle, la fréquence et la direction des vents forts, sur la probabilité de déficits d'humidité dans le sol, sont utiles dans les cas suivants:

- (i) étude de capacité des sols — tant pour évaluer la rentabilité de divers aspects de l'agriculture sur quelques-unes des terres marginales, que pour choisir le sol le plus propice à une intensification de la production;
- (ii) gestion et exploitation des fermes — par exemple, pour établir l'horaire de travail de la ferme afin de tirer plein avantage du climat, notamment en déplantant les dates de la moisson, en étagant les récoltes selon les besoins du marché et des industries de transformation, et en fixant le moment de la lutte contre les insectes, les parasites, etc. et des épandages appropriés; ou pour prendre des mesures de protection et choisir l'équipement — chauffferets contre le gel, systèmes d'irrigation temporaire, installations pour sécher le foin, barrières coupe-vent, etc.;
- (iii) restructuration du financement et de la mise en marché régionale — par exemple, assurances agricoles, prêts et subventions aux fermiers, contrats avec les grossistes, les détaillants et les industries secondaires;
- (iv) recherche de nouvelles variétés végétales plus aptes à supporter les rigueurs du climat.

Les grandes forêts d'intérêt commercial se trouvent au Nord et à l'Ouest de l'écoumène principal sur le Bouclier laurentien, ainsi que dans les montagnes de la rive Sud et de la Gaspésie. Le but premier des données climatiques dans le domaine forestier est peut-être d'évaluer les risques d'incendies en forêt (cf. Villeneuve, 1964). Ceux-ci sont fonction du pouvoir d'assèchement de l'atmosphère (température, humidité relative, vitesse du vent et taux d'évaporation), de la quantité et la durée des pluies, de la période de temps entre les précipitations utiles et de la probabilité de foudre. Au cours des dernières années, la dépendance de l'exploitation forestière envers les saisons a changé par la mécanisation plus poussée de l'abattage et du débitage, et par le transport des billes par camions jusqu'aux usines. La "saison" la plus active va de la fin du printemps au début de l'hiver; le milieu de l'hiver, avec ses chutes de neige abondante et sa couverture de neige épaisse, et la fonte des neiges au printemps constituent une période de répit (cf. Dugas, 1968).

Les vastes forêts du Bouclier canadien et des Appalaches renferment également les principales réserves d'eau du Québec. Ces régions reçoivent non seulement une précipitation

annuelle très élevée, mais aussi de pluies torrentielles de 24 heures ou moins, surtout en été et au début de l'automne. Dans la vallée de l'Outaouais et du Sud du Bouclier laurentien, en Gaspésie et dans les montagnes de la rive Sud, on a enregistré des précipitations de 114.3 mm (4.50 pouces) et plus en 24 heures. La précipitation de 24 heures la plus abondante au Québec a été mesurée au Barrage des Quinze dans la haute vallée de l'Outaouais, où il est tombé 171.5 mm d'eau (6.75 pouces); Obidjuan, sur la rive du réservoir Gouin, a reçu 165.1 mm (6.50 pouces) et Mont-Laurier, plus au Sud, 154.2 mm (6.07 pouces). Lorsqu'il faut planifier la construction d'un barrage, la capacité de son réservoir, ses taux de débordement et les mesures qui en découlent la protection des basses terres avoisinantes contre l'inondation, il est essentiel de connaître la probabilité de la fréquence, de l'intensité et de la durée de ces précipitations extrêmes. Une grande partie des régions les plus habitées des basses terres du Saint-Laurent et des Cantons de l'Est ont déjà reçu de 102 à 127 mm (4 à 5 pouces) de pluie en 24 heures pendant l'été ou au début de l'automne. Les 3 principales villes ont enregistré, au cours d'une période de 24 heures, les précipitations maximales suivantes: Québec 131.3 mm (5.17 pouces). Sherbrooke 109.0 mm (4.29 pouces) et Montréal (station McGill), 90.4 mm (3.56 pouces). Cet aspect du climat est important dans le dessin et la construction des toitures et de leurs gouttières, dans le choix de l'emplacement des constructions par rapport à la pente et à la stabilité du sol, dans la construction et l'entretien des routes revêtues ou non, des assises de ponts et de viaducs, des systèmes de drainage des passages en-dessous, dans la conception et l'emplacement des égouts d'eaux de pluie, dans l'orientation des rues par rapport à la topographie naturelle, et ainsi de suite. Dans la plupart des forêts et des basses terres du Québec méridional, il peut tomber de 65 à 90 mm de pluie (2.5 à 3.5 pouces) en 24 heures environ une fois tous les 10 ans; les chiffres correspondants pour une période de 15 minutes sont de 15 à 23 mm, 0.6 à 0.9 pouces, (Bruce, 1968).

A mesure que s'épuisent les coupes de bois dans les forêts commerciales, les nombreux chemins forestiers, seule pénétration vers ces solitudes, sont abandonnés et certaines de ces forêts sont maintenant utilisées pour les loisirs. En hiver elles fournissent des terrains de moto-neige et de ski de fond abrités contre le refroidissement éolien; en été, on peut y circuler en automobile, y marcher et y pêcher, mais comme c'est le cas dans les parcs provinciaux et nationaux et dans toutes les forêts du Québec, il y a les insectes piqueurs. Le calme, l'ombre, la chaleur humide des forêts offrent un milieu naturel idéal aux moustiques et aux mouches noires. Selon des études effectuées dans le Nord, il semble que l'émergence des moustiques soit liée à la température moyenne quotidienne de l'air, c'est-à-dire qu'elle se produit environ 6 semaines après que le seuil de 1°C (34°F) a été dépassé (Freeman and Twinn, 1955); selon Bruggemann (1956), il semble que les moustiques ne volent pas lorsque la température de l'air est inférieure à 7°C (45°F). Des données climatiques relatives à cette question sont incluses dans le présent atlas. L'interdiction d'employer le DDT rend plus critique le choix de terrains pour le camping et la construction de chalets; il importe de choisir un endroit exposé aux vents dominants locaux au cours de la période de juin à août. À la fin de l'été et en automne, le problème ne se pose plus et les forêts deviennent très attrayantes pour les loisirs de plein air.

Les touristes qui visitent la province doivent se préparer à une grande variété régionale de temps. Des renseignements sur la fréquence des heures ensoleillées, des températures maximales, minimales et horaires, de l'humidité, des vents et des pluies les guideront dans la planification de leurs vacances et le choix de leurs vêtements et de leur équipement. Par exemple, dans la partie Sud des basses terres du Saint-Laurent, la température maximale de près des deux tiers des jours de juillet peut atteindre 25°C (77°F) ou plus. À Québec, cette fréquence n'est plus que la moitié des jours, même si la ville elle-même est un peu plus chaude. En aval vers l'estuaire et le golfe, le nombre des journées chaudes diminue rapidement; à Caplan, dans le Sud de la Gaspésie, partie la plus ensoleillée de la côte, seuls 7 jours (23%) sont normalement aussi chauds. Les valeurs respectives pour l'Abitibi et les basses terres du lac Saint-Lean sont de 40 à 50% et de 30 à 40%. Des variations régionales correspondantes existent dans la durée de la période chaude de l'été et dans l'importance des températures supérieures à 25°C.

En été, au centre-ville de Montréal, il peut se produire des coups de chaleur humide insupportable où la climatisation est bienvenue et parfois même nécessaire pour assurer un rendement acceptable de travail. L'indice d'humidité, qui combine la température et l'humidite de l'air, fournit une mesure pratique du degré d'inconfort et de la fréquence de telles conditions. Cet indice est donc très utile pour déterminer la rentabilité d'un système de climatisation et le coût approximatif du fonctionnement de ce système. Pour Montréal, l'indice évalué à partir de données horaires indique que le seuil inférieur d'inconfort sera probablement atteint ou dépassé dans 19% des heures en juin, 39% en juillet et 32% en août (Boughner, 1960). À Québec, les valeurs correspondantes sont de l'ordre de 11, 23 et 14% mais le nombre probable d'heures d'inconfort modéré ou sévère est de beaucoup inférieur à celui de Montréal.

Dans le Nord, l'inconfort pendant la saison chaude est dû à l'âpreté du climat c'est-à-dire une combinaison de froid, d'humidité et de refroidissement éolien, qui n'est pas souvent allégée par la chaleur directe d'un soleil clair. On n'a pas encore réussi à établir un indice efficace reliant ces éléments du temps au malaise ressenti. En général, les régions côtières sont plus mornes que celles de l'intérieur, surtout à cause du refroidissement par les glaces flottantes attardées et les eaux froides cotières. Toutefois, les agglomérations côtières exposées aux vents sont souvent moins gênées par les moustiques et les mouches noires.

Une grande partie de l'activité extérieure doit être concentrée durant la courte saison de l'été nordique; durant cette période, le trafic aérien entre le Nord et "le Québec de base," et entre les agglomérations elles-mêmes, est à son plus haut niveau de densité. Cependant, dans nombre de petits postes, il n'existe pas de pistes utilisables à l'année: ils sont isolés durant plusieurs semaines, lors du dégel printanier pendant la fonte des glaces des lacs et des rivières, et lors de l'engel automnal, jusqu'à ce que la glace soit assez épaisse. La Figure 2 donne certains extraits des cartes d'Allen (1964) sur les dates de l'engel et du dégel.

C'est pendant la saison chaude que le brouillard est le plus fréquent dans les postes côtiers du Nord. À Poste-de-la-Baleine (Great Whale), sur une côte exposée aux vents d'Ouest, il y a de la brume de 15 à 25% du temps en juin, juillet et août, tandis que 25 à 40% des observations horaires indiquent un plafond inférieur à mille pieds (305 m) et une visibilité horizontale réduite à moins de 3 milles (4.8 km), ce qui est inférieur aux minima exigés par les "règles de vol à vue" (VFR)³. À Inoucdjouac, la fréquence du brouillard durant les mois d'été varie entre 10 et 20%. À Fort-Chimo et Goose — près de la côte orientale (sous le vent) — la fréquence maximale, est toujours en été, mais le brouillard arrive moins souvent (de 5 à 8% des observations horaires),

et c'est en automne et en hiver que les conditions du temps inférieures aux minima du vol à vue sont les plus fréquentes — comme c'est aussi le cas dans le Nord intérieur et dans le Sud du Québec. Toutefois, aucun de ces sites ne se trouve sur la côte. Le long de la Côte-Nord et dans les îles du golfe, les mois d'été sont encore les plus brumeux: la fréquence du brouillard est de l'ordre de 15 à 18% du temps à Sept-Îles et de 25 à 25% à l'Île-aux-Meules. À Sept-Îles, des conditions du temps inférieures aux minima du vol à vue se produisent souvent durant l'année, avec des maxima en novembre et en juillet. Les agglomérations de l'intérieur de la péninsule du Nouveau-Québec sont relativement exemptes de brouillard durant la saison chaude, la fréquence mensuelle étant en général de moins de 5%.

À l'heure actuelle pour pouvoir dissiper artificiellement les brouillards et les nuages bas de façon efficace et permettre ainsi l'atterrissage des avions, il faut, premièrement, que la température de la couche soit au-dessous du point de congélation, c'est-à-dire qu'il y ait à la fois des gouttelettes d'eau surfondues et des particules de glaces. À Inoucdjouac et à Fort-Chimo, le niveau médian de congélation s'élève à environ 900 m (3,000 pieds) en juin, à 2,400 m (8,000 pieds) en juillet et redescend à 900 m à la mi-septembre (Titus, 1968). Plus au sud les données correspondantes pour Sept-Îles indiquent 300 m (1,000 pieds) en avril, 3,000 m (10,000) en juillet et août, et 900 m à la mi-octobre. Le brouillard d'eau surfondue et les nuages bas sont particulièrement fréquents en automne et au début de l'hiver, lorsqu'il y a encore de l'eau libre au voisinage de la côte. Au Nouveau-Québec, ces niveaux de congélation relativement bas et le fort pourcentage de couverture nuageuse durant la saison chaude créent des dangers de girvage, particulièrement pour les petits avions.

CLIMATS LOCAUX

Les climats locaux prennent une importance particulière au Québec, puisque tant de terres sont marginales par rapport aux limites naturelles des plantes cultivées, des animaux domestiques et du bien-être et de l'activité des humains. Des facteurs comme les différences de sol, l'angle et l'orientation des pentes, la forme et l'altitude de la surface, le degré d'exposition au vent, aux précipitations, aux nuages et au brouillard, la nature de la végétation, la forme et la taille des défrichements, la proximité des surfaces d'eau, se combinent en une mosaïque de climats locaux, dont quelques-uns sont beaucoup plus favorables au peuplement et au développement que les données d'ensemble régional pourraient le laisser croire. Par contre, certaines autres localités sont à éviter. Quelques-uns des éléments climatiques qui sont étroitement liés à la nature du site et de la surface sont la quantité de rayonnement solaire absorbée, les températures minimales, la direction et la vitesse des vents, les précipitations et la visibilité. On a inclus dans cet atlas certaines données ponctuelles et les diagrammes de certaines stations; même si les observations régulières du réseau météorologique ont été dans une très large mesure standardisées, il est généralement possible, à partir de ces données, d'extrapoler pour d'autres sites, à l'aide de cartes à grande échelle de la topographie, du sol, de l'utilisation du sol, etc. (voir Geiger, 1965, Munn, 1966 et Landsberg, 1967).

On trouve des exemples de l'influence du climat à petite échelle en agriculture et en foresterie, dans la présence localisée de gel dans les dépressions et sur certains sols, dans l'existence de zones thermiques sur les pentes, dans les aires sujettes à l'évapotranspiration excessive, aux dommages par le vent ou à des maladies des plantes. En architecture et en génie civil comme en aménagement urbain, les données concernant la fréquence des vents, y compris les valeurs extrêmes, fournissent des renseignements de base pour la planification. La force du vent sur certains ouvrages tels que les immeubles élevés, les ponts suspendus et les tours peut être augmentée par l'existence de particularités de la topographie locale qui peuvent causer une grave turbulence de l'air dans une situation synoptique donnée, ou augmenter la vitesse de vents déjà très forts en provenance de certaines directions. Aussi bien pour les piétons et les conducteurs que pour les pilotes, la situation et l'orientation des rues de la ville, des voies rapides surélevées, des grandes routes modernes, comme des pistes d'atterrissage, dépendent des vents locaux et de la turbulence en basse altitude. De même, l'action des vents locaux sur les vagues et le mouvement des glaces influera sur la construction des installations portuaires, et sur l'emplacement des nouvelles industries et des services publics du point de vue de la pollution de l'air.

Des travaux complexes tels que la planification et la création d'agglomérations nordiques et, dans le Sud, de centres de villégiature ouverts à l'année, peuvent nécessiter certains compromis. Par exemple, le site le mieux protégé du refroidissement éolien et des poudreries en hiver peut bien être en été un enfer de mouches piquantes, si les vents locaux sont aussi légers en cette saison, qu'en hiver. Sur l'emplacement d'un aéroport, du temps calme ou des vents faibles peuvent entrainer une visibilité généralement plus restreinte. Un centre de sports d'hiver, orienté vers le Sud, et donc plus chaud et plus ensoleillé, peut offrir à certaines époques des conditions moins bonnes pour le ski ainsi qu'une saison plus courte que pour une station orientée vers le Nord. Dans bien des circonstances, il est possible d'isoler ou de créer des micro-climats favorables par l'emploi approprié de brise-vent, par le défrichement ou l'éclaircissement des bois et des forêts, par une habile capture de l'ensoleillement, par l'exploitation maximale des détails de la topographie naturelle et par l'architecture (Olgyay, 1963, Erskine, 1964 et Boeke, 1966). D'un autre côté, lorsque le développement urbain et rural se fait sans tenir compte des facteurs climatiques importants, il peut entraîner une détérioration sérieuse des climats locaux et des micro-climat naturels.

Dans les paragraphes précédents, on a mentionné quelques-uns des usages courants de l'information climatique dans la planification à long terme, diverses activités et la conception du milieu humain. Il existe beaucoup d'autres possibilités d'utiliser la connaissance du climat, particulièrement dans les domaines de l'industrie et du commerce, dans les services publics et la médecine, où l'impact du climat comme tel n'est pas encore bien compris. De plus, l'étude du climat rigoureux de l'hiver au large des côtes du Québec suscite de plus en plus d'intérêt au moment où s'amorce l'exploration des ressources minérales et pétrolières du plateau sous-marin. Entre autres renseignements, la connaissance de la force et de la direction probable des vents ainsi que des probabilités de girvage sera très importante pour la sécurité et l'efficacité des travaux (voir Archibald, 1969).

^[3] VFR: Règles de vol à vue. Vol effectué avec référence visuelle au sol.

DONNÉES ET ANALYSES

Stations météorologiques

La Figure 3 illustre la répartition des stations météorologiques pour la période de 1931 à 1966. Seul un faible pourcentage de ces stations a été exploité durant toute la période de 36 ans, puisque le nombre total en est passé de 118 à 391. 154 stations ont enregistré des normales de température de 1931 à 1960, et 167 stations des normales de précipitation. Dans la Figure 3, les stations sont classées selon le type des observations; pour des renseignements plus détaillés sur chaque station, on se reportera au Bulletin météorologique, supplément de 1966, publié par le Service de Météorologie du Québec, et à Potter, 1966. La toponymie de la Figure 3 est celle employée par le Service de Météorologie provincial. Le Tableau 1 fournit des renseignements plus récents sur le nombre des stations du réseau pour les divers éléments météorologiques.

TABLEAU 1
Stations météorologiques du Québec, le 31 décembre 1969
DS #3–70, Toronto

Nombre total de stations: 400

Stations principales: 36

obs. synoptiques, 28, aéronautiques, 8;
à 19, 24 observations par jour.

Stations climatologiques: 364

température et précipitations, 321,
précipitations, 36, autres 7.

Réseaux de stations: no. de stations

températures extrêmes	354
hauteur de précipitation	390
intensité des chutes de pluie	96
vitesse du vent (en milles)	22
température du sol	10
évaporation	22
observations héliométriques	81
rayonnement	3
observations en altitude	5
relevé nivométrique	16
autres (données supplémentaires)	10

La répartition des stations et la densité du réseau correspondent à celles du peuplement de la province. À mesure qu'on s'éloigne des basses terres habitées, la densité diminue rapidement et les stations sont établies en fonction de l'aménagement des ressources en eau, de la protection contre les inondations, des industries forestières et minières et du trafic aérien. Dans le Nord, les régions côtières sont mieux desservies que l'intérieur. La région la moins bien couverte est l'Ouest intérieur du Québec qui s'étend de l'Abitibi jusqu'à l'extrême Nord de la péninsule — ces régions font partie des bassins de la baie James et de la baie d'Hudson.

Le Tableau 2 donne la répartition des stations par rapport à leur altitude au-dessus du niveau de la mer. En dépit de la faible superficie des basses terres la moitié des stations sont situées entre le niveau de la mer et 150 m (500 pieds), et seulement 3 à 6% sont situés à plus de 500 m (1,500 pieds). Cette disproportion crée beaucoup de difficultés pour l'échantillonnage:

- (i) pour la plupart des régions on a peu de connaissances directes de la distribution des éléments climatiques selon l'altitude. Là où des massifs de hautes montagnes sont situés près de la mer, comme c'est le cas en Gaspésie et derrière la Côte-Nord, l'influence de l'eau libre et des glaces complique la relation. Selon les données régionales qui existent et une étude de la moyenne mensuelle des sondages en altitude, l'emploi du gradient vertical normal de température de 0,65°C / 100 m (3,5°F / 1,000 pieds) semble valable au-dessus de 500 m (1,500 pieds) pour les mois de la mi-été dans les régions intérieures de l'extrême Sud, et pour le mois de juillet dans le centre du Nouveau-Québec (Nitchequon). Les inversions de température sont typiques de la saison froide;
- (ii) plusieurs extrêmes climatiques (par exemple, pour les précipitations, le givrage, les vents) sont inconnus. De plus, dans les régions montagneuses les plus élevées, les agglomérations actuelles (et donc les sites d'observations) sont généralement situés dans les vallées, ou dans des cuvettes et des bassins.

TABLEAU 2
Fréquence (en pourcentage) des altitudes des stations d'où proviennent les données normales et supplémentaires de température et des précipitations. (100 – veut dire > 99,5 < 100)

ALTITUDE		TEMPÉRATURE		PRÉCIPITATIONS	
Égale ou inférieure à		Données normales	Données normales et supplémentaires	Données normales	Données normales et supplémentaires
en mètres	en pieds				
76	250	41%	36%	38%	31%
152	500	55	49	53	47
305	1 000	76	76	77	72
457	1 500	97	95	97	94
610	2 000	100	99	100	98
914	3 000		100—		100—
* 914	* 3 000		(0.4)		(0.3)
Nombre de stations		154	270	167	361

* Supérieure à valeur donnée

Dans les régions moins peuplées du Québec, il faut se demander jusqu'à quel point les observations représentent les conditions de la région environnante. Comme la majorité des stations le long de l'estuaire et du golfe et dans le Nouveau-Québec sont côtières, il est difficile d'évaluer la nature et l'étendue de l'influence maritime vers l'intérieur. La côte elle-même est une mosaïque de milieux physiques très différents les uns des autres et les observations dépendent du degré d'exposition des installations. A l'intérieur des terres, les stations sont généralement situées dans des clairières de formes et de grandeurs diverses et, pour des raisons pratiques, souvent près d'un lac ou d'un cours d'eau. Les surfaces d'eau sont un élément important de la composition du pays; toutefois, dans les vastes régions forestières, les observations qui sont faites dans les clairières ne représentent pas la région naturelle, mais plutôt un climat potentiel qui apparaît lorsque la forêt a été abattue pour faire place au peuplement et au développement des ressources.

Méthode

La plupart des données couvrent la période de 1931 à 1960. Trente années suffisent pour obtenir des distributions normales relativement stables pour les températures et les précipitations. Parfois, une telle période peut masquer une tendance importante vers un changement du climat, comme Longley (1967) l'a trouvé en étudiant les données sur la gelée en Alberta, mais aux fins de cette étude, on n'en a pas tenu compte. Dans le cas des extrêmes, tous les enregistrements de la station ont été employés. Pour certains éléments météorologiques, ou lorsqu'il s'agissait d'observations horaires, une période plus courte s'est révélée suffisante (Brown, McKay and Williams, 1967). Comme le nombre de données "normales" était assez faible, on a utilisé des données supplémentaires⁴ provenant d'autres stations dont les périodes d'observation étaient plus courtes ou les données moins fiables. En ce qui a trait à la température, les valeurs mensuelles recueillies entre 1956 et 1965 dans 116 stations ont été adaptées à la période de 1931 à 1960; les données d'autres stations à période encore plus courte ont servi à établir des lignes directrices. Des données supplémentaires de précipitations proviennent de 194 stations ou plus, mais on n'a pas tenté d'en ajuster les chiffres. Les instruments, les installations et les méthodes d'observation sont généralement conformes aux normes établies par l'organisation météorologique mondiale (OMM-n° 8 TP 3, 1961).

La carte de travail était à l'échelle de 1:1,000,000 pour le Sud du Québec et de 1:5,000,000 pour le Nord. Les cartes ont été analysées par superposition aux cartes topographiques de même échelle, et avec référence aux feuilles des relevés topographiques du Canada à l'échelle de 1:500,000, 1:250,000 et 1:50,000. Afin d'interpoler entre les stations, on a aussi employé d'autres cartes indiquant les principales régions physiographiques, les types de végétation, les sols, l'utilisation des sols, la couverture nivale et glacielle et les températures de surface de la mer. Dans la mesure du possible, on a consulté des descriptions détaillées du site de chaque station. Pour des raisons de continuité géographique, cette étude comprend le Labrador.

Même avec des données limitées, on a tracé, par région, des graphiques de chaque paramètre par rapport aux facteurs dominants — par exemple l'altitude, la distance de la mer et la latitude — et par rapport à d'autres éléments climatiques dont la répartition était mieux connue, pour essayer d'établir des relations utiles à l'interpolation (Conrad and Pollak, 1962). Néanmoins, l'analyse finale demeure subjective et la fiabilité des cartes est étroitement liée à la densité des stations.

Aux fins de l'interpolation, l'influence de la forêt sur les climats près du sol est très difficile à généraliser. La densité variable de la cime, les troncs et le sous-bois, et la nature du sol créent d'importantes différences à petite échelle dans le bilan calorifique et hydrique. De plus, la topographie locale de la forêt provoque des différences importantes dans les maxima et les minima de température, dans la précipitation et la couverture nivale. Toutefois, la présence de la forêt en général, comme celle de grands lacs ou de la mer, tend à réduire l'amplitude quotidienne et annuelle de la température; les observations enregistrées dans les défrichements voisins montrent des extrêmes plus grands. La bibliographie du deuxième partie comprend plusieurs études pertinentes de climatologie forestière.

L'échelle finale des cartes est de 1:3,000,000 pour le Sud du Québec, et de 1:10,000,000 pour le Nord. Lorsque l'influence du facteur de situation locale est très importante, que les observations sont disponibles pour des périodes très différentes d'une station à une autre, ou que les données sont trop éparées, les isolignes ont été remplacées par des symboles qui indiquent les valeurs des stations et la durée de la période d'observation. C'est le cas pour les températures maximales et minimales, l'amplitude quotidienne de la température, les données sur la gelée, la variabilité des chutes de neige annuelles et des précipitations d'été et le déficit en eau. L'atlas comprend un certain nombre de diagrammes qui fournissent des renseignements détaillés sur les stations représentatives (rayonnement, température, précipitations, vent, nuages, visibilité et bilan hydrique), et qui offrent une synthèse d'un certain nombre d'éléments climatologiques, comme par exemple, les cartogrammes du bioclimat humain.

D'une manière générale, on a préféré employer le système métrique, puisque le Canada semble être au seuil d'une période de transition; dans certains cas cependant, il a paru plus pratique de garder les unités de mesures anglaises plus familières, par exemple dans les planches des degrés-jours, des températures extrêmes absolues, des fréquences de température et dans les cartogrammes du bioclimat humain. Lorsque nécessaire, on a ajouté à chaque figure des facteurs ou des nomogrammes de conversion.

SOURCES ET RÉFÉRENCES

Service météorologique du Canada

- ALLEN, W.T.R., *Break-up and freeze-up dates in Canada*, CIR. 4116 ICE 17, 201 pp. 1964.
- ASTON, D., *Average soil temperature based on the period 1960 to 1968*, CDS # 5 – 69, 8 pp. 1969.

⁴ Tirées du Sommaire mensuel, Bulletin météorologique, Sommaire de la région du Québec, 1961, Boisvert, 1964, et de données gracieusement fournies par le BAEQ et les compagnies forestières.

- BOUGHNER, C.C., *Percentage frequency of dry- and wet-bulb temperatures from June to September at selected Canadian cities*, Canadian Meteorological Memoirs 5, 99 pp. 1960.
- BOUGHNER, C.C., *The distribution of growing degree-days in Canada*, Canadian Meteorological Memoirs 17, 40 pp. 1964.
- BRUCE, J.P., *Rainfall intensity – duration – frequency atlas for Canada*, Climatological studies no 8, 1968.
- KENDALL, G.R., and ANDERSON, S.R., *Standard deviations of monthly and annual mean temperatures*, Climatological Studies no 4, 34 pp. 1966.
- MANNING, F.D., *Monthly fog data*, CDS # 1–69, 1969.
- POTTER, J.G., *Snow cover*, Climatological Studies no 3, 69 pp. 1965.
- POTTER, J.G., *A catalogue of climatological stations in the Atlantic Provinces*, DS # 3–66, 42 pp. 1966. (Voir aussi / see also: CLI–7–70)
- POTTER, J.G., *A catalogue of climatological stations in Québec*, DS # 15–66, 53 pp. 1966. (Voir aussi / see also: CLI–6–70)
- POWE, N.N., *The weather for Poste-de-la-Baleine airport*, manuscrit/manuscript, 11 pp. 1969.
- TITUS, R.L., *Upper air climate of Canada, average, extreme and standard deviation values*, 1951–1960, 70 pp. 1965.

Anonymes

Bulletin des tours météorologiques / Meteorological Tower Bulletin, 1967–

Climatic Summaries for selected meteorological stations in Canada, vol. 11 (revised). Humidity and wind, 141 pp. 1959.

Climatological station census 1861–1968, DS # 7–69, 1969.

Climatological station census – December 31, 1969, DS # 3–70, 1970.

General Summaries of hourly weather observations in Canada, Part II, 1955–1961.

Heating degree-day normals 1931–1960, CDS # 5–64, 1964. *Supplementary heating degree-day normals*, CDS # 8–69, 1969.

Hourly Data Summaries, HDS–2, 4, 11, 13, 16, 18, 24, 55, 61, 62, 79. 1967, 1968.

Monthly Bulletin, Canadian upper air data, January, July, 1969.

Normales climatiques, tome 3, Insolation, nébulosité, pression et orages / Climatic normals, vol. 3, sunshine, cloud, pressure and thunderstorms, 24 pp. 1968.

Normales climatiques, tome 6, Données de gel / Climatic normals, vol. 6, Frost data, 1968. 51 pp.

Résumé mensuel, données météorologiques pour le Canada / Monthly Record, Meteorological observations in Canada, 1916–

Sommaire de rayonnement mensuel / Monthly Radiation Summary, 1960–

Tables des température et précipitation, vol. V et VI / *Temperature and precipitation tables*, vol. V and VI, 1967.

Autres

ARCHIBALD, D.C., *Intense storm tracks over Hudson Bay, the eastern Nova Scotia coast and Grand Banks*. The ice seminar, Canadian Institute of Mining and metallurgy Special, vol. 8, pp. 1–9, 1969.

BOEKE, A. et al, *Ecological architecture: planning the organic environment*, Progressive Architecture, May 1966, pp. 120–137.

BOISVERT, J. J., *Données climatologiques pour des postes météorologiques choisis de la Province de Québec: Précipitation*, Département de géographie, Université de Sherbrooke, 1964.

BOYD, D.W. *Renseignements climatologiques pour le calcul des bâtiments au Canada / Climatic information for building design in Canada*, Conseil national de Recherches / National Research Council, Ottawa, NRC no 8329, 41 pp. 1965.

BROWN, D.M., MCKAY, G.A., and WILLIAMS, G.D.W. *Some recommendations on standard limits and formats for presentation of agroclimatic analyses*, Ministère de l'Agriculture du Canada / Canada Department of Agriculture, AG.MET. TECH. Bull. 16, 6 pp. 1967.

BROWN, R.J.E. *Permafrost map of Canada*, Conseil national de Recherches / National Research Council, Ottawa, NRC 9769, 10326, 1968.

BRUGGEMANN, P.F. *Insects and environment of the high Arctic*. Proceedings of the tenth International Congress of Entomology. vol. 1. pp. 695–702, 1956.

Bureau fédéral de la statistique / Federal Bureau of Statistics, *Canada, un siècle 1867–1967*, Imprimeur de la Reine / Queen's Printer, Ottawa, 504 pp. 1967.

Bureau fédéral de la statistique / Federal Bureau of Statistics, *Canada 1968*, Imprimeur de la Reine / Queen's Printer, Ottawa, 311 pp. 1968.

CONRAD, V., and POLLAK, L.W., *Methods in climatology*, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 459 pp. 1962.

DANIELSON, Jr., E.W. *The surface heat budget of Hudson Bay*, McGill University, Montréal, Marine Sciences Manuscript Report, no 9, 196 pp. 1969.

DE CHANCENOTTE, M.R. *Sommaires de données climatiques / Climatic data summaries*, Manuscrits/manuscript, Bureau d'Aménagement de l'Est du Québec, Mont-Joli, 1965.

DUGAS, C. *L'influence du climat sur les activités forestières dans une partie de la Gaspésie*, Cahiers de Géographie de Québec, no 25, pp. 156–159, 1968.

DUMAIS, M. *L'évolution économique du Québec: 1940–1965*, Les Cahiers de l'Université du Québec, Montréal, Économie Québécoise, pp. 219–231, 1969.

DUNBAR, M.J. *The sea waters surrounding the Québec-Labrador peninsula*, Cahiers de Géographie de Québec, no 19, pp. 13–35, 1966.

ERSKINE, R. *The challenge of the high latitudes, and, Community design for production, for publication, or for the people*. Jour. Roy. Arch. Inst. Canada, pp. 33–48, 1964.

FALKOWSKI, S.J., and HASTINGS, A.D., Jr. *Windchill in the northern hemisphere*, U.S. Army, Headquarters Quartermaster Research and Engineering Command, Natick, Mass, Tech. Rept. EP-82, 9 pp. 1958.

FREEMAN, T.N. and TWINN, C.R. *Present trends and future needs of climatological research in northern Canada*, Arctic vol. 7, pp. 275–285, 1955.

GEIGER, R. *The climate near the ground*, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 611 pp. 1965.

GRISOLLET, H., GUILMET, B., et ARLERY, R. *Climatologie, méthodes et pratiques*. Gauthier-Villars, Paris, 401 pp. 1962.

HAMELIN, L. E. *Essai de régionalisation du nord canadien*, North, vol. XI, no 4, pp. 16–19, 1964.

HARE, F.K. *The climate of the eastern Canadian Arctic and sub-Arctic and its influence on accessibility*. Thèse de doctorat, Université de Montréal. 2 volumes, 440 pp. 1950.

HARE, F.K. *A photo-reconnaissance survey of Labrador-Ungava*, Geographical Branch, Mines and Technical Surveys, Ottawa, 83 pp. 1959.

LANDSBERG, H. *Physical Climatology*, Gray Printing Company, DuBois, Penn, 446 pp. 1953 (1967).

LEIM, A.H., et al. *Report of the Atlantic Herring Investigation Committee*, Fisheries Research Board of Canada, pp. 195-212, 1957.

LONGLEY, R.W. *The frost-free period in Alberta*, Can. J. Plant Sci., vol. 47, pp. 239–249, 1967.

MAHAFFY, F.J. *The ice storm of 25–26 February 1961 at Montréal*, Weatherwise 14, pp. 241–245, 1961.

MATHER, J.R. (Edit.) *Average climatic water balance data of the continents, Part VI*, C.W. Thornthwaite Associates, Laboratory of Climatology, Centerton, N.J., Publications in Climatology, vol. XVII, no 2, pp. 235–414, 1964.

McKAY, G.A. and THOMPSON, H.A. *Estimating the hazard of ice accretion in Canada from climatological data*, Jour, Appl. Meteor. 8, pp. 927–935, 1969. (voir aussi Feuillet Météorologique 8, Service de météorologie du Québec, pp. 169–178, 198–210, 1969.)

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources / Department of Energy, Mines and Resources, *Atlas du Canada / Atlas of Canada*, Imprimeur de la Reine / Queen's Printer, Ottawa, 1957.

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources / Department of Energy, Mines and Resources, *Cartes topographiques / Topographic maps*, Ottawa.

MUNN, R.E. *Descriptive micrometeorology*, Advances in Geophysics, Supplement 1, Academic Press, New York, 245 pp. 1966.

OLGYAY, V. *Design with climate*, Princeton University Press, N.J., 190 pp. 1963.

Organisation météorologique mondiale / World Meteorological Organization, *Guide des instruments et des observations météorologiques / Guide to Meteorological instruments and observing*, OMM no 8, TP 3 / WMO no 8, TP 3, Genève / Geneva, 1961.

Organisation météorologique mondiale / World Meteorological Organization, *Guide des pratiques climatologiques / Guide to climatological practices*, OMM no 100. TP 44 / WMO no 100. TP 44, Genève / Geneva, 1960.

OUELLET, C.E. *Estimation des degrés-jours de croissance par les températures mensuelles moyennes*, Can. J. Plant Sci. vol. 46, pp. 355–365, 1966.

OUELLET, C.E. et LAPORTE, G. *Les degrés-jours de croissance au Québec*, Ministère de l'Agriculture du Canada / Canada, Department of Agriculture, Ottawa, Publication 1244, 20 pp. 1966.

ROUSSEAU, J. *La zonation latitudinale dans la péninsule Québec-Labrador*, Centre d'Études Arctiques et Antarctiques, École Pratique des Hautes Études, Sorbonne, Paris, 64 pp. 1961.

ROWE, J.S. *Forest regions of Canada*, Department of Northern Affairs and National Resources Forestry Branch, Bulletin 123, 71 pp. 1959.

Service de Météorologie du Québec, *Bulletin météorologique* (mensuel), Ministère des Richesses naturelles, Québec.

Service de météorologie du Québec, *Sommaire de la région de Québec*, Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec, 320 pp. 1961.

THOM, H.C.S. *The rational relationship between heating degree-days and temperature*, Mon. Wea. Rev. 82, pp. 1–6, 1954.

THOM, H.C.S. *Normal degree-days below any base*, Mon. Wea. Rev. 82, pp. 111–115, 1954.

THOM, H.C.S. and SHAW, R.H. *Climatological analysis of freeze data for Iowa*, Mon. Wea. Rev. 86, pp. 251–257, 1958.

THOMPSON, H.A. *Air temperatures in northern Canada with emphasis on freezing and thawing indices*, International Conference on Permafrost, Nov. 11–15, 1963, Purdue University, Indiana.

THORNTHWAITE, C.W. and MATHER, J.R. *The water balance*, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Centerton, N.J., Publications in Climatology, vol. VIII, no 1, 86 pp. 1955.

U.S. Department of Commerce, *Daily weather maps*, Environmental Science Services Administration, ESSA, Washington, D.C.

VILLENEUVE, G. O. *Méthode d'évaluation des dangers d'incendie forestier au Québec*, Service de Météorologie, Ministère des Richesses naturelles, Québec, M-10, 86 pp. 1964.

WILSON, C. *Climatology of the cold regions: northern hemisphere II*, U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, N.H., Report I-A3b, 168 pp. 1969.

REMERCIEMENTS

L'auteur désire remercier l'administrateur du Service météorologique du Canada Monsieur J.R.H. Noble, et le chef de la Division de la Climatologie, Monsieur C.C. Boughner, d'avoir rendu ce travail possible ainsi que Monsieur G.A. McKay, surintendant des Recherches climatologiques et d'autres membres de la Direction pour leur aide empressée et leur encouragement. Il faut aussi remercier ses collègues et ses étudiants de l'Université Laval, en particulier Monsieur le doyen Fernand Grenier de la Faculté des Lettres, Monsieur Louis-Edmond Hamelin, directeur du Centre d'Études nordiques, et Monsieur Louis Trotier, directeur de l'Institut de géographie, pour leur coopération et leur appui, et Monsieur André Hufty qui fut chargé de l'analyse des cartes du Québec méridional pour les figures 10, 16 et 17. Les photographies de la couverture sont d'Yves Tessier.

THE CLIMATE OF QUEBEC

PART I — CLIMATIC ATLAS

by
C.V. WILSON

FOREWORD

The Climate of Québec is one of several climatic studies planned for different regions in Canada. It was prepared by Cynthia V. Wilson of the Centre d'Études Nordiques, Laval University, under a contractual agreement between the Canadian Meteorological Service and the University. The Climatology Division of the Canadian Meteorological Service supervised the preparation of the report. The Centre d'Études Nordique provided substantial support to the author for its preparation.

The two parts of The Climate of Québec are designed to meet both the general requirements for planning and the public demand for information. A broad spectrum of Information is presented in graphic form in Part I, the "Climatic Atlas of the Province of Québec", while the use of this information is the subject of the companion Part II, "The Application of Climatic Information".

INTRODUCTION

In such matters as economic development, public health and well-being, the quality of life and the quality of the environment, a knowledge of the significant aspects of the climate is important in the making of long-term decisions. It would appear that the closer the ties that can be achieved between the natural climate and modern technology, the more stable and the less costly are the consequences.

The Province of Québec comprises just over 15% of the area of Canada and some 6 million people — nearly 29% of the country's population. As in the rest of Canada, the majority of people live in urban areas (78%¹ in 1966), with 42% of the total population in Greater Montréal, and 56% in the Montréal region. Greater Québec City contains a further 7%. Most of the remainder live in other areas of the St. Lawrence lowlands, the neighbouring Laurentian hills and Ottawa valley, and in the Eastern Townships, with a populated fringe extending along the South Shore of the St. Lawrence estuary and around the Gaspé peninsula (see Figure 1). Enclaves occur in the Lake St-Jean lowlands and upper Saguenay, and in Abitibi, with small groups strung along the North Shore of the estuary. Figure 2 shows this area of contiguous settlement and the major urban centres. About 12% of the land surface of Quebec has been cleared.

Elsewhere in the Province, the combined population is probably between 25 to 30,000, some 5,000 of whom live in the mining centre of Schefferville in New Québec.

Québec is second only to Ontario in the value of its manufacturing, producing nearly 30% of the Canadian total in 1967; about 35% of Québec manpower is engaged in manufacturing and construction. In 1965, industry accounted for 70% of the gross value of Québec's total production. The major industrial region is centred on Montréal and extends from the Ontario border to Sorel. The largest employment is in the tertiary sector — transport and communication, commerce, finance and services — with over 50% of the provincial labour force.

In the primary sector, the forests and mines are important producers, providing 23 and 19% of the Canadian value respectively, for 1966. The total value of all agricultural products approaches 13% of the national output, but in many areas the type of farming remains traditional; in 1966, nearly one half of the total number of farms were classified as non-commercial². In 1965, primary agricultural production per se accounted for only 4% of the Québec gross product and engaged 6% of the labour force. The most productive farm land is also mainly in or near the region of Montréal, extending downstream towards Berthierville and Nicolet. Much of the remaining farm land is marginal with respect to climate and/or soils. A gradual reduction in this acreage is taking place and many of the former farming population are migrating to the larger towns or to the Montréal region. An attempt is being made to provide alternative employment locally by the development of new industry including tourism. Revenue from fishing along the shores of the estuary and the gulf is small and the industry declining. Many fishermen work at least seasonally in the mining and power developments on the North Shore and in New Québec-Labrador.

The tourist and recreation industry is rapidly becoming one of the most valuable aspects of the Québec economy. Three broad facets can be distinguished: travellers touring the towns and countryside of the inhabited south; visitors to the winter and summer resort areas of the Laurentian mountains and Eastern Townships; those who seek a wilder landscape, either in the Provincial and National Parks or beyond. The north is beginning to attract a growing number of people, and the possibilities have yet to be explored. The cool, wet summers and cold waters of the estuary and the gulf of St. Lawrence do not encourage seaside resorts as such.

If the low temperatures experienced in the Province impose certain restraints on the economy, the rich water resources provided by the heavy annual precipitation and low evaporation rates are the basis of Québec's modern well-being. For example, the average annual water surplus on the southeastern and eastern rim of the Laurentian Shield is from 700 to 1,000 mm (28 to 40 inches). Thus, the deficiency in natural heat energy is in some ways offset by the possibility of generating hydro-electricity. By the end of 1967, Québec was producing 11 million Kw, nearly 50% of Canada's hydro-electric power. The Manicouagan-Outardes installations add a further 5 million Kw, and Québec and the Maritimes will be provided with another 4.5 million on the completion of the Québec-Labrador Churchill Falls project in 1972. Furthermore, the Province has large renewable reserves of fresh water, an increasingly valuable commodity.

In summary, two broad geographical regions can be distinguished in Québec:

- (i) the region of contiguous settlement whose demographic and economic centre of gravity is in Montréal. This forms a part of Hamelin's (1964) "base Canada", including the "main ecumene" which grades into the "near north". Severe weather in winter can make its mark on the complex communication system, on insurance, seasonal unemployment and the costs of winterizing and heating, but also provides recreational potential. Marginally, the summers are too risky for agriculture and can be rather cool and wet for human comfort and relaxation.
- (ii) the northern hinterland (Hamelin's "middle" and "far north"), linked to the main ecumene by the occasional access road or railway, but principally by plane, telephone or radio-telephone, teletype and electric power line. There are two closely related aspects of northern development, and climate is an integral part of each: firstly, the raising of the standard of living and quality of life in the isolated northern settlements, where climate enters into the choice of site, architectural design and community planning, the level of safety and security as well as efficiency required in construction and in engineering systems, and so on; secondly, the opening up of northern areas for further resource development. Feasibility (cost/benefit) studies involve the climatic factor as do the final planning and logistics, and operation and maintenance. With the basic problem in the north that most regular supplies and food must be flown in, and with the increasing use of jet transport, the best siting of the airstrip with respect to local climatic conditions is critical.

THE COLD SEASON

From Voltaire's derogatory "quelques arpents de neige" to Gilles Vigneault's vibrant "mon pays, c'est l'hiver", winter has long been recognized as the challenge to the settlement and economic development of Québec. The season is long, even in the settled areas of the south, where an average of 4 to 5 months with a daily mean temperature below 0°C (32°F) can be expected; through the central to northern districts of New Québec, the average duration increases from 5 to over 8 months. Winters are also severe. The January mean temperature in the populated south ranges from -10° to -15°C (14° to 5°F), in New Québec from -20° to lower than -25°C (-4° to lower than -13°F). The lowest temperature recorded in downtown Montréal is -34°C (-29°F), in Québec City -37°C (-34°F); although the South Shore of the St. Lawrence estuary, the coast of Gaspé and the gulf islands are milder than this, the greater part of the Province has records of -46°C (-50°F) or below. The frequency and duration of low temperatures are reflected in the average number of heating degree-days per year, from 9 to 11,000 in the south to 14 to 15,000 in the mining areas of central New Québec and over 17,000 in the extreme north.

If Québec shares a long, cold winter with many other areas of Canada, few other peoples of the world must clear away so many tons of snow from their highways, driveways and parking lots. In the lowland areas of the south, the average annual fall varies spatially from 120 to 300 cms (80 to 120 inches); on the windward slopes in the mountainous areas of the Province, average annual falls of up to 500 cms (200 inches) or perhaps more occur. The long-term planning and budgeting of snow removal operations are complicated by the variability of the total snowfall from one year to the next (over 20 to 30% in the south rising to over 40% in the north). This uncertainty also offsets to some extent the economic advantages of the heavy snowfall, as in the winter sports industry where snow-making machines are essential equipment. Snow loading on roofs and other structures, and on trees and plants, is also a matter for consideration (Boyd, 1965).

The strong winds experienced in winter, especially over the plains and in coastal areas, create severe blowing snow conditions. The new, exposed highways across the lowlands are particularly vulnerable to drifting, but also the older narrow roads lined by high snowbanks, where in addition to the danger of drifts, at a turn in the road, the driver may find, without warning, that he can no longer see the road ahead. The "Arctic whiteout" is a problem in northern regions. It occurs when skies are overcast, the sun is low in the sky, and there is a vast expanse of snow. The resulting multiple reflection of light and loss of shadow bring about a loss of sense of perspective and orientation.

Freezing precipitation is one of the most costly and dangerous of the winter hazards. It occurs most frequently on the hills and mountains of the Laurentian Shield in southern and eastern Québec and southwest Labrador (Figure 1), on an average over 50 hours a year (McKay and Thompson, 1969). These are the principal areas of the generation and transmission of hydro-electric power in Québec-Labrador. In the populated south, the average frequency is from 25 to 50 hours. Large falls of freezing rain are generally associated with the warm sectors of depressions, and are usually followed by strong winds and cold weather accompanying the passage of the cold front. This sequence of weather compounds the initial effect of the ice loading on such structures as towers, pylons, masts and antennae, and on telephone and power lines — lifelines in winter. When such a storm strikes a densely populated area, as in the case of Montréal in February 1961 (Mahaffy, 1961), the cost is immediately discernible in terms of delays or complete disruption of communication — icy roads and runways, reduced visibility, high accident rate — of damage to property and vegetation, and of personal discomfort or even danger owing to loss of lighting, heating and power. The real cost to the economy is harder to assess, but certainly includes higher insurance rates.

Frost penetration in the ground and frost heave resulting from alternate freezing and thawing of the surface layer pose engineering problems in building, in road, rail beds and runway construction, in the laying of pipes and so on, and can prove costly. In northern Québec, permafrost is present in certain areas (Figure 2), with the formation of a shallow active layer at the surface in the warm season. There it is a question of attempting not to disturb the natural heat balance of the soil by construction. But elsewhere, freezing is seasonal. Although the depth of frost penetration varies according to site and soil conditions, and the timing and the thickness of snow cover, a useful working relationship has been found between air temperature expressed in the form of indices of cumulative freezing and thawing degree-days (base 32°F) and the depth of freezing in different soils. Mean freezing indices for Québec range from about 1400 degree-days in the Montréal region to 3000 in Abitibi and the Lake St-Jean lowlands, and over 6000 in the

extreme northwest (Thompson, 1963). Such indices also provide useful expressions of effective temperature with respect to the growth of ice, ice thickness and break-up in rivers, lakes and coastal water, and to snow-melt, in spite of the many other factors which affect these processes. Severe freeze-thaw stress on paved surfaces may render them unserviceable by the spring and cause damage to vehicles using them. The number of alternations of freezing and thawing is generally greatest in the late winter, but in the south and east of Québec very effective variations about 0°C (32°F) can occur at any time during the cold season.

The winter climate of the Province acts to maximize the effects of air pollution and climatic data are useful in decision-making concerning pollution control. The winter atmosphere in Québec is typically stable in the lowest layers. The presence of this vertical temperature inversion (or of an isothermal layer), either based at the surface, or as in the case of a city above a shallow mixing layer, prevents the escape of foreign particles and gases to higher regions of the atmosphere. A concentration of pollutants builds up in the layers near the ground until that time when the stability is broken down, perhaps by strong winds, and/or the advection of warm air and cloud, and ventilation can take place. If pollution is at its worst in a city the size of Montréal, with its many domestic heating units, incinerators, industries, automobiles and other vehicles, the smaller settlements in the north do not escape entirely. Schefferville, situated in a hollow, has some 5,000 inhabitants, over 2,000 cars and few garages. Moreover, it is general practice in the north, in very cold weather, to leave engines running when vehicles are parked out-of-doors.

Another form of air pollution, which is more frequent in northern settlements, is ice fog. This phenomenon can occur naturally in uninhabited areas when the temperature falls below -40°C (°F); at this temperature there is spontaneous nucleation of any remaining super-cooled water droplets. In populated areas, the probability of ice fog increases below -30°C (-22°F), when the water vapour emitted by vehicle exhausts, domestic heating and power plants quickly supersaturates the air and there is no lack of condensation nuclei. Where a well-developed temperature inversion is present at the surface, ice fog can be very persistent and reduce visibility to below minimum conditions for aircraft operation.

The cost of maintaining a high standard of living, efficient systems of communication and steady productivity during a long severe winter are heavy. They need to be offset as far as possible to enable the Province to enter into open competition with areas possessing a more favourable energy balance for life and human activity. From an operational point of view, severe weather such as low temperatures heavy snowfalls, ice storms, blowing snow, whiteout, persistent temperature inversions and ice fog are hazards that also require short-term forecasts if costly delays, great discomfort and/or loss of life are to be kept to a minimum. However, climatological information of the type presented in this atlas and in the tables in Part 2 is of value in long-term decision-making, in regional and local planning and logistics, construction and engineering, location of lines of communication, choice of materials, design of equipment, maintenance and so on, so that adequate precautions against severe weather may be incorporated at the lowest cost.

In recent years, a more positive approach to winter has led to the rapid development of the very lucrative winter sports industry, including the manufacturing of skidoos and the design of efficient outdoor winter clothing for these varied activities. Similarly, in the construction industry new techniques permit outdoor activity throughout the winter. These aspects of winter activity require among other climatic information some knowledge of the human bioclimate out-of-doors, certain aspects of which have been included in this study. On the other hand, many people now spend little more than a few minutes a day outside, in winter, since all public and private buildings and vehicles are heated. Given adequate heat and vapour barriers, heating and humidifying costs are quite closely linked to the state of the atmosphere outside. Certain data for indoor climatic control are given for representative stations. In the north, the question of the human bioclimate (both indoor and outdoor) takes on a special significance.

THE WARM SEASON

There is an old saying in Québec that the seasons consist of winter and the month of July. With the exception of the extreme south (the Montréal Plain and neighbouring Laurentian hills and Eastern Townships), summer can be rather fleeting, cool and cloudy. In the north, it becomes an unfulfilled expectation and the reason for many a northern settler's return to the south.

In the inhabited areas of the south, the normal daily mean temperature in July ranges from about 20°C (68°F) in the Montréal plain — Ottawa valley to 17.5°C (63°F) in Abitibi, Lake St-Jean-Saguenay and southern Gaspé, and 15°C (59°F) along the North Shore of the gulf. In the north, the corresponding values vary from 12.5°C (55°F) in the central region to 5°C (41°F) along the shore of Hudson strait. Extreme readings of 32°C (90°F) and over have been recorded at most meteorological stations in the Province, with the exception of the coastal area of the North Shore and strait of Belle Isle.

The May to September precipitation in the agricultural regions of the south averages 400 to 450 mm (16 to 18 inches); variability of this amount from one summer to another is about 20 to 25%, with less than 20% in the Lake St-Jean lowlands, and from 25 to more than 30% in northern Abitibi. In the mountainous areas of the south and east, precipitation at this season can exceed 600 mm (24 inches). From 400 to 500 mm (16 to 20 inches) in central New Québec, the average total drops to less than 200 mm (8 inches) in northern Ungava, where the variability of the seasonal amount reaches a high 50%. Cloudiness is associated with the large amount of precipitation. The average number of hours of bright sunshine from June to August is from 50 to 57% of the possible in the Montréal region and Eastern Townships. Towards the estuary and elsewhere in southern Québec this value generally ranges from 40 to 49%, with small favoured localities (>50%) in the vicinity of Caplan in southern Gaspé and La Pocatière on the South Shore. In the north, the percentage is usually below 40 both at the coast and inland — Schefferville 33%, Inoucdjouac 35%.

In the Ottawa valley and the St. Lawrence lowlands, as far as La Pocatière, the mean duration of the growing season (daily mean temperature $\geq 42^{\circ}\text{F}$, 5.6°C) is from 180-200 days; elsewhere in the settled areas of the south, it lasts from 140 to 180 days. However, the real average growing season is shorter than this, owing to the frequent occurrence of late spring and early autumn frosts. The mean frost-free season is longest in the vicinity of Montréal (>140 days),

¹ An urban area is defined here as a settlement with $\geq 1,000$ inhabitants. 65% of the population lived in towns of $\geq 5,000$ people in 1966.

² Farms where sales are established at between \$50 and \$2,500 per annum.

and elsewhere in the St. Lawrence lowlands ranges from 120 to 140 days. These values fall rapidly to the north and west, and at the same time the variability from one season to another rises sharply. A measure of the energy available for plant growth is given by the number of degree-days above 42°F (5.6°C). For the Montréal plain the mean annual total is more than 3400, but outside the lowlands below Québec City, and to the north and west, totals fall well below 3000 degree-days. Where the frost-free period is short and very variable, as in northern Abitibi, the number of growing degree-days which fall within this period may be less than 70% of the total annual number (Boughner, 1964). The influence of the waters of the estuary and the gulf is towards lengthening the frost-free season in autumn in the neighbouring coastal areas, but the coldness of the waters in summer serves also to depress the total number of degree-days. From the point of view of plant growth, drought is not frequent in Québec, although dry spells do occasionally occur, and strong winds may cause excessive evapotranspiration locally.

Mainly as a result of these and other climatic factors, only in the extreme south is the farmer reasonably sure of his harvests. Most commercial field crops, fruit and vegetables, and specialties such as sugar beet and tobacco are confined to the plains near Montréal, with the exception of some soft fruit production and market gardening in favoured localities near Québec City. The Province supports, however, about one third of Canada's dairy livestock and produces about a third of the country's dairy produce. There is a trend also to increase the number of beef cattle. Dairying is carried out in most farming areas in Québec, and the hay harvest is a matter of great importance with respect to winter feed. At the critical hay drying and harvest period, a number of consecutive days are required with a bare minimum of precipitation, low relative humidity and bright sunshine — a combination whose probability of occurrence at any given time is not high in Québec.

Again, many farming decisions do require short-term weather forecasts, but basic climatological data, including such information as the probability of the occurrence of frost and other critical minimum temperatures, and of high maximum temperatures, the probability of the cumulative occurrence of rain on consecutive days at harvest times, atmospheric humidity and the drying power of the air, the probability of storm rainfall and hail, the frequency and direction of strong winds, the probability of soil moisture deficiency are useful in such matters as:

- (i) land capability studies — both in assessing the general feasibility of continuing or developing various aspects of agriculture on some of the marginal land, and in the choice of the most suitable land on which to intensify production;
- (ii) farm management and operations — for example, in the scheduling of farm operations to take full advantage of the climate, including the adjustment of harvest times, the staggering of harvests to suit the market and processing industries, and in the timing of pest control and spraying; or in the decision to undertake protective measures and the choice of equipment — frost burners, temporary irrigation systems, hay-drying equipment, windbreaks and so on.
- (iii) the structuring of regional financing and marketing — such as farm insurance, loans and subsidies to farmers, contracting with wholesale and retail outlets, and with subsidiary industries.
- (iv) research into the development of new strains of plants, more able to withstand the existing climatic stresses.

The principal commercial forest stands adjoin the main ecumene to the north and west, on the Laurentian Shield, and also include the mountains of the South Shore and Gaspé peninsula. Perhaps the primary use of climatic data in forestry is in evaluating the forest-fire hazard (cf. Villeneuve, 1964). This is a function of the drying power of the atmosphere (temperature, relative humidity, wind speed, rate of evaporation), the amount and duration of storm rainfall, the length of the period between effective precipitation and the probability of lightning. The seasonal dependence of forestry operations has changed in recent years with further mechanisation of the felling and cutting, and transport of the logs by truck to the mills. The most active "season" is from late spring to early winter, and mid-winter with its heavy snowfalls and deep snow cover and the melt period in spring are the slack times (cf. Dugas, 1968).

The vast forests of the Canadian Shield and Appalachian mountains also contain the major water resources of Québec. These regions not only receive a large total annual precipitation, but very heavy downpours in a matter of 24 hours or less, particularly in summer and early autumn. In the Ottawa valley-southern Laurentian Shield, the Gaspé peninsula and the mountains of the South Shore, falls of 114.3 mm (4.50 inches) or much more have been registered in 24 hours. The highest 24-hour rainfall on record in Québec is 171.5 mm (6.75 inches) at Barrage des Quinze in the upper Ottawa valley; Obidjuan on Gouin reservoir has received 165.1 mm (6.50 inches) and Mont Laurier, to the south, 154.2 mm (6.07 inches). In decision-making concerning barrage construction, reservoir capacity, overflow rates and procedures and in flood control measures with respect to the neighbouring lowlands, a knowledge of the probability of the frequency, intensity and duration of such extreme precipitation is essential. A large part of the more densely settled areas of the St. Lawrence lowlands and Eastern Townships have experienced from 102 to 127 mm (4 to 5 inches) of rain in 24 hours during the summer or early autumn. The records for the 3 major cities show the following 24-hour maxima: Québec City 131.3 mm (5.17 inches); Sherbrooke 109.0 mm (4.29 inches), and Montréal, McGill, 90.4 mm (3.56 inches). This aspect of the climate is important in the design and structure of roofs and their adequate drainage systems, in the choice of building sites with respect to slope and soil stability, in the construction and maintenance of paved and unpaved roads, bridge and overpass foundations and underpass drainage, in the design and location of storm sewers in the cities, in the orientation of the city streets with respect to the natural topography, and so on. In most of the forests and lowlands of southern Québec, about 65 to 90 mm of rain (2.5 to 3.5 inches) can be expected within 24 hours once in 10 years; over a 15-minute period the corresponding values are 15 to 23 mm, 0.6 to 0.9 inches (Bruce, 1968).

As commercial forest stands are cut over, many miles of roads penetrating otherwise inaccessible wilderness are left unused, and a dual use of some of these forests is now taking place with their opening up for recreation. In winter they provide areas for skidooring and cross-country skiing, and afford protection against severe windchill; in summer, one can drive, hike and fish, but as is the case with the Provincial and National Parks and all the forested regions of Québec, there are biting insects. The calm, dark, damp warmth of the forests offers an ideal habitat for mosquitoes and black fly. It has been suggested from northern field studies that the

timing of the emergence of mosquitoes is related to the daily mean air temperature, in that it occurs about 6 weeks after the threshold of 1°C (34°F) has been passed (Freeman and Twinn, 1955); Bruggemann (1956) found evidence that mosquitoes do not fly when air temperatures are below 7°C (45°F). Climatic data of this type have been included in this atlas. With the banning of the use of DDT, the choice of sites for camping grounds and lodges is more critical; good exposure to the winds prevailing locally during the period from June to August is important. By the late summer and autumn the problem has disappeared and the forests become very attractive for outdoor recreation.

Tourists to the Province have to be prepared for considerable regional variety in the weather; information concerning the frequency of hours of sunshine, maximum, minimum and hourly temperatures, humidity, winds and rainfall provides a useful guide in general holiday planning and to the choice of clothing and equipment. For example, in the southern half of the St. Lawrence lowlands, nearly two thirds of the days in July can be expected to reach a maximum temperature of 25°C (77°F) or more. By Québec City, the frequency has dropped to just over one half, although the City itself is a little warmer. Down the river towards the estuary and gulf, the number of warm days falls off rapidly; at Caplan in southern Gaspé, the sunniest part of the coast, about 7 days only (23%) can be expected to be this warm. The respective values for Abitibi and the Lake St-Jean lowlands are 40 to 50% and 30 to 40%. There is a corresponding regional variation in the duration of the period of summer warmth and in the degree to which the temperatures rise above 25°C.

In downtown Montréal, summer can bring spells of uncomfortably hot and humid weather, when air-conditioning is welcome, and sometimes necessary to maintain a steady work output. The Humidity Index combines air temperature and humidity to give a practical measure of both the degree of human discomfort and the frequency of such conditions. It thus forms a useful basis for determining whether air-conditioning is a worthwhile investment, and the approximate running costs. The Index evaluated from hourly data from Montréal indicates that the lowest threshold of discomfort is likely to be attained or surpassed 19% of the time in June, 39% in July and 32% in August (Boughner, 1960). In Québec City, the corresponding values are 11, 23 and 14%, but the number of hours when moderate to severe discomfort can be expected is considerably less than in Montréal.

The discomfort in the warm season in the north is due to the rawness of the climate — a combination of cold, dampness and windchill, which is not frequently alleviated by the direct warmth of unimpeded sunshine. An effective index relating these weather elements to human discomfort has not yet been devised. The coastal areas are in general bleaker than the interior, largely owing to the chill from the lingering sea ice and cold coastal waters. However the exposure of many of the coastal settlements to wind does serve to reduce the unpleasantness of the mosquitoes and black fly.

Much outdoor activity has to be crammed into the short northern summer, and air traffic between the north and "base Québec" and between the settlements themselves is at its heaviest. However, many of the small settlements do not have all-weather airstrips and there is a period of several weeks of isolation during the spring thaw while the ice clears completely from lakes and rivers, and a similar period during freeze-up until the bearing capacity of the ice becomes adequate. Some extracts from Allen's maps (1964) of freeze-up and clearing dates are included in Figure 2.

Fog occurs most frequently in the warm season at the coastal settlements of the north. On the windward west coast at Poste-de-la-Baleine (Great Whale), fog can be expected from 15 to 25% of the time in June, July and August, while 25 to 40% of the hourly observations indicate a cloud ceiling below 1,000 ft (305 m) and/or horizontal visibility of less than 3 miles (4.8 km) — that is, below the minimum conditions specified for VFR³ operation. At Inoucoujouac, the fog frequency in the summer months is from 10 to 20%. Near the eastern leeward coast, at Fort-Chimo and Goose, the summer maximum remains, but the occurrences of fog are fewer (5 to 8% of the hourly observations), and the highest frequency of below-VFR weather now occurs in the autumn and winter, as it does in the northern interior and in southern Québec. Neither of these sites, however, are at the coast itself. Along the North Shore of the gulf and on the gulf islands, the summer months are again the foggiest, with frequencies of 15 to 18% at Sept-Îles and 20 to 25% at Île-aux-Meules. Below-VFR conditions occur frequently throughout the year at Sept-Îles, with maxima in November and July. Settlements in the interior of the New-Québec peninsula are relatively free of fog in the warm season. Monthly frequency values are typically less than 5%.

The degree to which it is currently feasible to disperse fog and low cloud artificially to permit aircraft landing, depends primarily on whether the temperature of the layer is below freezing — that is, on the presence of both supercooled water droplets and ice particles. At Inoucoujouac and Fort-Chimo, the median freezing level has risen to about 900 m (3,000 ft) in June, to 2,400 m (8,000 ft) in July and by mid-September has fallen again to 900 m (Titus, 1968). To the south, similar data for Sept-Îles show 300 m (1,000 ft) in April, 3,000 m (10,000 ft) in July and August and 900 m by mid-October. Supercooled water fog and low cloud are especially frequent in autumn and early winter, when open water is still present at or near the coast. In New Québec, these relatively low freezing levels and the high percentage of cloud cover during the warmer season create icing hazards, particularly to smaller aircraft.

LOCAL CLIMATES

Local climates take on a special importance in Québec, since so much of the land is marginal with respect to the natural limits of cultivated plants, domesticated animals and human health and activity. Factors such as soil differences, angle and orientation of slope, the shape and height of the land, the degree of exposure to wind and precipitation, cloud and fog, the nature of the vegetation, the shape and size of forest clearings, the proximity to a water surface, combine to produce a mosaic of local climates, some of which are much more favourable for settlement and development than the overall regional values would suggest. Conversely, there are other localities to be avoided. Some of the climatic elements that are closely related to the nature of the site and surface are the amount of solar radiation absorbed, minimum temperatures, wind direction and speed, precipitation and visibility. Certain point data and station diagrams have been included in

the atlas; although regular observations at the meteorological network stations are standardized to a large extent, it is generally possible to extrapolate from these data for other local sites, with such aids as large-scale topographic, soil and land-use maps (see Geiger, 1965, Munn, 1966 and Landsberg, 1967).

Examples of the influence of small-scale climate are seen in agriculture and forestry, in the local occurrence of frost in hollows and on certain soils, in the existence of "thermal belts" on slopes, in areas prone to excessive evapotranspiration or wind damage, or to plant disease. In architecture and civil engineering, community and urban planning, wind frequency data, including extreme values, provide basic design information. Wind stress on such constructions as high-rise buildings, suspension bridges and towers can be increased by the presence of local topographic features, which may create severe air turbulence in given synoptic situations, or serve further to accelerate already strong winds from certain directions. For pedestrians and drivers as well as pilots, the siting and orientation of city streets, elevated expressways and modern trunk highways, as well as airport runways, are matters in which local winds and low-level turbulence are of concern. Similarly, there is the influence of local winds on wave and ice action with respect to the construction of harbour facilities, and on the siting of new industries and public utilities from the point of view of air pollution.

Complex projects, such as the planning and design of northern settlements, and all-year resort centres in the south, may involve compromise. The site best protected from windchill and blowing snow in winter may prove to be a biting-fly haven in summer, if local winds are also light at that season. A high frequency of calms or light winds at an airstrip may entail generally poorer visibility. At a resort in winter, a warmer, sunnier southerly aspect may at times offer poorer natural skiing conditions, as well as a shorter season than a more northerly aspect. In many of these circumstances it is possible to single out or create favourable micro-climatic conditions by such means as the judicious use of windbreaks or suntraps or the careful clearing or thinning of woodland and forest areas, by the full use of the details of the natural topography, and by architectural design (Olgyay, 1963, Erskine, 1964, Boeke, 1966). On the other hand, serious deterioration of the natural local and micro-climates can easily occur where urban and rural development take place without due consideration of the significant climatic factors.

A few of the current uses of climatic information in long-term planning, in operations and in design have been mentioned in the previous paragraphs. There are many other possibilities, particularly in branches of industry and commerce, in services and in medicine, in which the impact of climate as such is not yet fully understood. In addition, the severe winter climate of the off-shore waters of Québec is becoming of more general interest with the possibility of mineral exploration and oil-drilling. Among other information, a knowledge of the expected wind forces and directions, and of the probability of icing will be important for the safety and efficiency of operations (see Archibald, 1969).

DATA AND ANALYSIS

Meteorological Stations

The distribution of meteorological stations during the period 1931 to 1966 is shown in Figure 3. Only a relatively small percentage of these stations were in operation throughout the 36 years, as the total number increased from 118 to 391 during this time. Temperature normals for 1931 to 1960 are available for 154 stations and precipitation normals for 167. In Figure 3, the stations have been classified according to type of observations; for more detailed information concerning individual stations, reference should be made to the Bulletin Météorologique, Supplément 1966, published by the Service de Météorologie du Québec and to Potter, 1966. The toponymy in Figure 3 is that used by the Provincial Meteorological Service. Table 1 provides more recent information on the numbers of stations in the observing networks for the various meteorological elements.

TABLE 1
Meteorological stations in Québec, December 31, 1969
(DS #3-70, Toronto)

<i>Total number of stations:</i>	400
<i>Principal stations:</i>	36
28 synoptic, 8 aeronautical; at 19, 24 observations a day.	
<i>Climatological stations:</i>	364
temperature and precipitation, 321, precipitation, 36, others 7.	
<i>Station networks:</i>	<i>No. of stations</i>
temperature extremes	354
precipitation amount	390
rainfall intensity	96
wind mileage	22
soil temperature	10
evaporation	22
sunshine	81
radiation	3
upper air	5
snow survey	16
others (supplementary data)	10

The station distribution and the density of the network reflect the settlement patterns in the Province. Away from the populated lowlands, the density falls off sharply and stations are associated with water resource management, flood control, forestry, mining and air

³ VFR: Visual Flight Rules — flying with visual reference to the ground.

traffic. In the north, the coastal regions are better served than the interior. The poorest coverage is in inland western Québec in an area stretching from Abitibi to the far north – those regions draining into James Bay and Hudson Bay.

The distribution of stations with respect to their height above sea level is given in Table 2. In spite of the restricted area of lowland, a half of the total number are situated at or below 150 m (500 ft), with only 3 to 6% above 500 m (1,500 ft). Several difficulties arise from this imbalance in sampling:

- (i) for most regions there is little direct knowledge of the distribution of the climatic elements with height. Where high mountain massifs are located near the sea, as in the Gaspé peninsula and behind the North Shore of the St. Lawrence estuary and gulf, the influence of the open water and ice complicates the relationships. From existing regional data and a study of average monthly upper air soundings, the use of the standard normal lapse rate of 0.65°C / 100 m (3.5°F / 1,000 ft) appears to be valid above 500 m (1,500 ft) for the midsummer months in the interior regions of the extreme south, and for July in central New Québec (Nitchequon). Temperature inversions are typical of the cold season.
- (ii) many climatic extremes (e.g. precipitation, icing, winds) are not known. Furthermore, in the higher mountain areas, the existing settlements (and observation sites) are generally within the valleys or in hollows and basins.

TABLE 2
Frequency (%) of the heights of the stations providing the normal and supplementary temperature and precipitation data. (100 – indicates > 99.5 < 100)

HEIGHT		TEMPERATURE		PRECIPITATION	
Equal to or below		Normals	Normals and supplementary data	Normals	Normals and supplementary data
metres	feet				
76	250	41%	36%	38%	31%
152	500	55	49	53	47
305	1 000	76	76	77	72
457	1 500	97	95	97	94
610	2 000	100	99	100	98
914	3 000		100–		100–
* 914	* 3 000		(0.4)		(0.3)
Number of stations		154	270	167	361

* Above stated value

In the more sparsely populated regions of Québec, there is the question as to how far the observations represent the conditions of the surrounding region. As a result of the preponderance of coastal stations along the estuary and gulf and in New Quebec, it is rather difficult to evaluate the nature and extent of the maritime influence inland. The coast itself is a mosaic of highly differentiated local sites, and the observations are very dependent on the degree of exposure of the installation. Inland, the stations are generally in forest clearings of various shapes and sizes, and for practical reasons frequently close to a lake or other water surface. Water surfaces are an important element in the make-up of this country; in the vast forested regions, however, the observations from forest clearings do not represent the region as it is by nature, rather a potential climate when the forest areas are cleared for settlement and resource development.

Method

Most of the data are for the standard period 1931 to 1960. Thirty years are long enough to provide relatively stable normal distributions for temperature and precipitation. Occasionally a period of this length can mask a significant trend in climatic change, as Longley (1967) found in studying frost data in Alberta, but for the purposes of this study, this has been neglected. For extreme data, the entire station record has been used. With certain meteorological elements, or where hourly observations are concerned, a shorter period has been found adequate (Brown, McKay and Williams, 1967). Since the number of “normal” values was relatively few, supplementary data* were used from other stations where observations were available for only a short time, or were less reliable. In the case of temperature, monthly values for the 10 years, 1956-1956, at 116 stations were adjusted to the 1931-1960 period. Other stations of shorter record were employed to suggest guidelines. For precipitation 194 or more supplementary sites were used, but no attempt was made to adjust the data. The instruments, their installation and observation procedures generally conform to standards set by the World Meteorological Organization (WMO—No. 8 TP 3, 1961).

For southern Québec, the scale of the working map was 1:1 million, for the north 1:5 million. The maps were analyzed over topographic charts on the same scale, and with reference to the 1:500,000, 1:250,000 and 1:50,000 sheets of the topographic survey of Canada. Other maps showing the major physiographic regions, vegetation types, soils, land use, snow and ice cover and sea surface temperatures were also used as aids in interpolation between stations. As far as possible, the detailed descriptions of the individual station sites were consulted. Labrador was included in the analysis for the sake of geographical continuity.

Although the data were limited, graphs were plotted by region of each parameter against such controlling factors as height, distance from the sea and latitude, and against other

climatic elements whose distributions were better known, to try to establish some useful working relationships (Conrad and Pollak, 1962). Nevertheless, the final analysis of necessity remains subjective, and the reliability of the maps is closely related to the station density.

For the purposes of interpolation, the influence of the forest on the climate near the ground is difficult to generalize. The varying density of the crown cover, the trunks and undergrowth, and the nature of the forest floor create significant small-scale differences in the heat and water balance. Large differences in the maximum and minimum temperatures, in precipitation and snow cover, also occur within the forest as a result of the local topography. However, the presence of the forest in general, rather like that of large lakes or the sea, tends to dampen the daily amplitude and annual range of temperature; observations registered in neighbouring cleared areas show greater extremes. Several relevant studies of forest climatology have been included in the bibliography in Part 2.

The scale of the published maps is 1:3 million for southern Québec, 1:10 million for the north. Where the influence of the local site factor is very significant, where observations are available for significantly different periods from one station to another, or where data are too sparse, isolines have been replaced by symbols indicating the station values and the length of the observation period. This is the case for maximum and minimum temperatures, daily range of temperature, frost data, the variability of annual snowfall and of summer precipitation, and water deficit. A number of diagrams have been included in the atlas to provide detailed information for representative stations (radiation, temperature, precipitation, wind, cloud, visibility, water balance), and to offer a synthesis of a number of climatological elements, as in the case of the human bioclimate charts.

Precedence has generally been given to the metric system, since this appears to be the beginning of the period of transition in Canada; however it has seemed more practical in certain cases to retain the more familiar english units – for example, the degree-day charts, absolute extreme temperature values, the basic levels for the temperature frequency distributions and the human bioclimate charts. Where necessary, conversion nomograms or factors have been added to each figure.

SOURCES AND REFERENCES

Canadian Meteorological Service

ALLEN, W.T.R., *Break-up and freeze-up dates in Canada*, CIR. 4116 ICE 17, 201 pp. 1964.

ASTON, D., *Average soil temperature based on the period 1960 to 1968*, CDS # 5–69, 8 pp. 1969.

BOUGHNER, C.C., *Percentage frequency of dry- and wet-bulb temperatures from June to September at selected Canadian cities*, Canadian Meteorological Memoirs, 5, 99 pp. 1960.

BOUGHNER, C.C., *The distribution of growing degree-days in Canada*, Canadian Meteorological Memoirs 17, 40 pp. 1964.

BRUCE, J.P., *Rainfall intensity – duration – frequency atlas for Canada*, Climatological studies no 8, 1968.

KENDALL, G.R., and ANDERSON, S.R., *Standard deviations of monthly and annual mean temperatures*, Climatological Studies no 4, 34 pp. 1966.

MANNING, F.D., *Monthly fog data*, CDS # 1–69, 1969.

POTTER, J.G., *Snow cover*, Climatological Studies no 3, 69 pp. 1965.

POTTER, J.G., *A catalogue of climatological stations in the Atlantic Provinces*, DS # 3–66, 42 pp. 1966. (Voir aussi / see also: CLI–7–70)

POTTER, J.G., *A catalogue of climatological stations in Québec*, DS # 15–66, 53 pp. 1966. (Voir aussi / see also: CLI–6–70)

POWE, N.N., *The weather for Poste-de-la-Baleine airport*, manuscrit/manuscript, 11 pp. 1969.

TITUS, R.L., *Upper air climate of Canada, average, extreme and standard deviation values*, 1951–1960, 70 pp. 1965.

Anon.

Bulletin des tours météorologiques / Meteorological Tower Bulletin, 1967–

Climatic Summaries for selected meteorological stations in Canada, vol. 11 (revised), Humidity and wind, 141 pp. 1959.

Climatological station census 1861–1968, DS#7–69, 1969.

Climatological station census – December 31, 1969, DS # 3–70, 1970.

General Summaries of hourly weather observations in Canada, Part II, 1955–1961.

Heating degree-day normals 1931–1960, CDS # 5–64, 1964. *Supplementary heating degree-day normals*, CDS # 8–69, 1969.

Hourly Data Summaries, HDS–2, 4, 11, 13, 16, 18, 24, 55, 61, 62, 79. 1967, 1968.

Monthly Bulletin, Canadian upper air data, January, July, 1969.

Normales climatiques, tome 3, Insolation, nébulosité, pression et orages/ Climatic normals, vol. 3, sunshine, cloud, pressure and thunderstorms, 24 pp. 1968.

Normales climatiques, tome 6, Données de gel / Climatic normals, vol. 6, Frost data, 1968. 51 pp.

Résumé mensuel, données météorologiques pour le Canada / Monthly Record, Meteorological observations in Canada, 1916–

Sommaire de rayonnement mensuel / Monthly Radiation Summary, 1960–

Tables des température et précipitation, vol. V et VI / Temperature and precipitation tables, vol. V and VI, 1967.

Others

ARCHIBALD, D.C., *Intense storm tracks over Hudson Bay, the eastern Nova Scotia coast and Grand Banks*, The ice seminar, Canadian Institute of Mining and metallurgy Special, vol. 8, pp. 1–9, 1969.

BOEKE, A., et al., *Ecological architecture: planning the organic environment*, Progressive Architecture, May 1966, pp. 120–137.

BOISVERT, J. J. *Données climatologiques pour des postes météorologiques choisis de la Province de Québec: Précipitation*, Département de géographie, Université de Sherbrooke, 1964.

BOYD, D.W., *Renseignements climatologiques pour le calcul des bâtiments au Canada / Climatic information for building design in Canada*, Conseil national de Recherches / National Research Council, Ottawa, NRC no 8329, 41 pp. 1965.

BROWN, D.M., McKAY, G.A., and WILLIAMS, G.D.W. *Some recommendations on standard limits and formats for presentation of agroclimatic analyses*, Ministère de l'Agriculture du Canada / Canada Department of Agriculture, AG.MET. TECH. Bull. 16, 6 pp. 1967.

BROWN, R.J.E. *Permafrost map of Canada*, Conseil national de Recherches / National Research Council, Ottawa, NRC 9769, 10326, 1968.

BRUGGEMANN, P.F. *Insects and environment of the high Arctic*. Proceedings of the tenth International Congress of Entomology, vol. 1. pp. 695–702, 1956.

Bureau fédéral de la statistique / Federal Bureau of Statistics, *Canada, un siècle 1867–1967*, Imprimeur de la Reine / Queen's Printer, Ottawa, 504 pp. 1967.

Bureau fédéral de la statistique / Federal Bureau of Statistics, *Canada 1968*, Imprimeur de la Reine / Queen's Printer, Ottawa, 311 pp. 1968.

CONRAD, V., and POLLAK, L.W., *Methods in climatology*, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 459 pp. 1962.

DANIELSON, Jr., E.W. *The surface heat budget of Hudson Bay*, McGill University, Montréal, Marine Sciences Manuscript Report, no 9, 196 pp. 1969.

DE CHANCENOTTE, M.R., *Sommaires de données climatiques / Climatic data summaries*, Manuscrits/manuscript, Bureau d'Aménagement de l'Est du Québec, Mont-Joli, 1965.

DUGAS, C. L'influence du climat sur les activités forestières dans une partie de la Gaspésie, *Cahiers de Géographie de Québec*, no 25, pp. 156–159, 1968.

DUMAIS, M. *L'évolution économique du Québec: 1940–1965*, Les Cahiers de l'Université du Québec, Montréal, Économie Québécoise, pp. 219–231, 1969.

DUNBAR, M.J. *The sea waters surrounding the Québec-Labrador peninsula*, *Cahiers de Géographie de Québec*, no 19, pp. 13–35, 1966.

ERSKINE, R. *The challenge of the high latitudes, and, Community design for production, for publication, or for the people*. Jour. Roy. Arch. Inst. Canada, pp. 33–48, 1964.

FALKOWSKI, S.J., and HASTINGS, A.D., Jr. *Windchill in the northern hemisphere*, U.S. Army, Headquarters Quartermaster Research and Engineering Command, Natick, Mass, Tech. Rept. EP–82, 9 pp. 1958.

FREEMAN, T.N. and TWINN, C.R., *Present trends and future needs of climatological research in northern Canada*, Arctic, vol. 7, pp. 275–283, 1955.

GEIGER, R. *The climate near the ground*, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 611 pp. 1965.

GRISOLLET, H., GUILMET, B., et ARLERY, R. *Climatologie, méthodes et pratiques*. Gauthier-Villars, Paris, 401 pp. 1962.

HAMELIN, L. E. *Essai de régionalisation du nord canadien*, North, vol. XI, no 4, pp. 16–19, 1964.

HARE, F.K. *The climate of the eastern Canadian Arctic and sub-Arctic and its influence on accessibility*. Thèse de doctorat, Université de Montréal, 2 volumes, 440 pp. 1950.

HARE, F.K. *A photo-reconnaissance survey of Labrador-Ungava*, Geographical Branch, Mines and Technical Surveys, Ottawa, 83 pp. 1959.

LANDSBERG, H. *Physical Climatology*, Gray Printing Company, DuBois, Penn. 446 pp. 1953 (1967).

LEIM, A.H., et al. *Report of the Atlantic Herring Investigation Committee*, Fisheries Research Board of Canada, pp. 195–212, 1957.

LONGLEY, R.W. *The frost-free period in Alberta*, Can. J. Plant Sci., vol. 47, pp. 239–249, 1967.

MAHAFFY, F.J. *The ice storm of 25–26 February 1961 at Montréal*, Weatherwise 14, pp. 241–245, 1961.

MATHER, J.R. (Edit.) *Average climatic water balance data of the continents, Part VI*, C.W. Thornthwaite Associates, Laboratory of Climatology, Centerton, N.J., Publications in Climatology, vol. XVII, no 2, pp. 235–414, 1964.

McKAY, G.A. and THOMPSON, H.A. *Estimating the hazard of ice accretion in Canada from climatological data*, Jour. Appl. Meteor. 8, pp. 927–935, 1969. (voir aussi Feuillet Météorologique 8, Service de météorologie du Québec, pp. 169–178, 198–210, 1969.)

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources / Department of Energy, Mines and Resources, *Atlas du Canada / Atlas of Canada*, Imprimeur de la Reine / Queen's Printer Ottawa 1957.

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources / Department of Energy, Mines and Resources, *Cartes topographiques / Topographic maps*, Ottawa.

MUNN, R.E. *Descriptive micrometeorology*, Advances in Geophysics, Supplement 1, Academic Press, New York, 245 pp. 1966.

OLGYAY, V. *Design with climate*, Princeton University Press, N.J., 190 pp. 1963.

4 Abstracted from Monthly Record, Bulletin Météorologique, Sommaire de la région de Québec, 1961. Boisvert, 1964, and data kindly supplied by BAEQ and the Forestry Companies.

- Organisation météorologique mondiale / World Meteorological Organization, *Guide des instruments et des observations météorologiques*/Guide to Meteorological instruments and observing, OMM no 8, TP 3 / WMO no 8, TP 3, Genève / Geneva, 1961.
- Organisation météorologique mondiale / World Meteorological Organization, *Guide des pratiques climatologiques / Guide to climatological practices*, OMM no 100. TP 44 / WMO no 100. TP 44, Genève / Geneva, 1960.
- OUELLET, C.E. *Estimation des degrés-jours de croissance par les températures mensuelles moyennes*, Can. J. Plant Sci. vol. 46, pp. 355–365, 1966.
- OUELLET, C.E. et LAPORTE, G. *Les degrés-jours de croissance au Québec*, Ministère de l'Agriculture du Canada / Canada, Department of Agriculture, Ottawa, Publication 1244, 20 pp. 1966.
- ROUSSEAU, J. *La zonation latitudinale dans la péninsule Québec-Labrador*, Centre d'Études Arctiques et Antarctiques, École Pratique des Hautes Études, Sorbonne, Paris, 64 pp. 1961.
- ROWE, J.S. *Forest regions of Vanada*, Department of Northern Affairs and National Resources Forestry Branch, Bulletin 123, 71 pp. 1959.
- Service de Météorologie du Québec, *Bulletin météorologique* (mensuel), Ministère des Richesses naturelles, Québec.
- Service de météorologie du Québec, *Sommaire de la région de Québec*, Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec, 320 pp. 1961.
- THOM, H.C.S. *The rational relationship between heating degree-days and temperature*, Mon. Wea. Rev. 82, pp. 1–6, 1954.
- THOM, H.C.S. *Normal degree-days below any base*, Mon. Wea. Rev. 82, pp. 111–115, 1954.
- THOM, H.C.S. and SHAW, R.H. *Climatological analysis of freeze data for Iowa*, Mon. Wea. Rev. 86, pp. 251–257, 1958.
- THOMPSON, H.A. *Air temperatures in northern Canada with emphasis on freezing and thawing indices*, International Conference on Permafrost, Nov. 11–15, 1963, Purdue University, Indiana.
- THORNTHWAITE, C.W. and MATHER, J.R. *The water balance*, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Centerton, N.J., Publications in Climatology, vol. VIII, no 1, 86 pp. 1955.
- U.S. Department of Commerce, *Daily weather maps*, Environmental Science Services Administration, ESSA, Washington, D.C.
- VILLENEUVE, G. O. *Méthode d'évaluation des dangers d'incendie forestier au Québec*, Service de Météorologie, Ministère des Richesses naturelles, Québec, M-10, 86 pp. 1964.
- WILSON, C. *Climatology of the cold regions: northern hemisphere II*, U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, N.H., Report I-A3b, 168 pp. 1969.

ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to thank the Administrator of the Canadian Meteorological Service, Mr. J.R.H. Noble and the Chief of the Climatology Division Mr. C.C. Boughner for making the work possible, and Mr. G.A. McKay, Superintendent of Climatological Research and other members of the Meteorological Service for their ready help and encouragement. Thanks must also be extended to colleagues and students at Laval University, in particular to Dean Fernand Grenier of the Faculty of Letters, Dr. Louis-Edmond Hamelin, Director of the Centre d'Études Nordiques and Professor Louis Trotier, Director of the Institute of Geography for their continual co-operation and support, and to Dr. André Hufty who was responsible for the analysis of the maps of Southern Québec in Figures 10, 16 and 17. The cover photographs are by Yves Tessier.

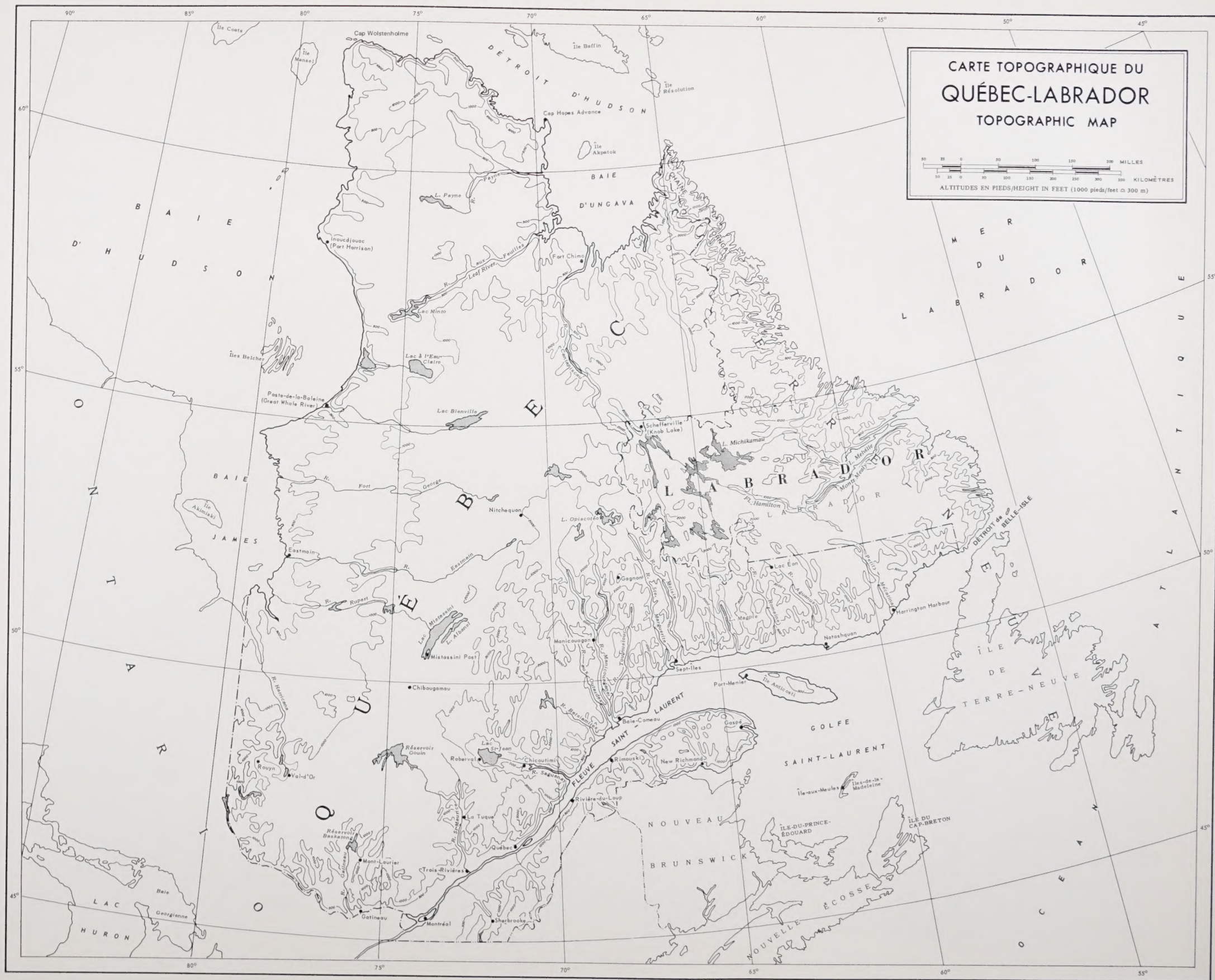


FIGURE 1

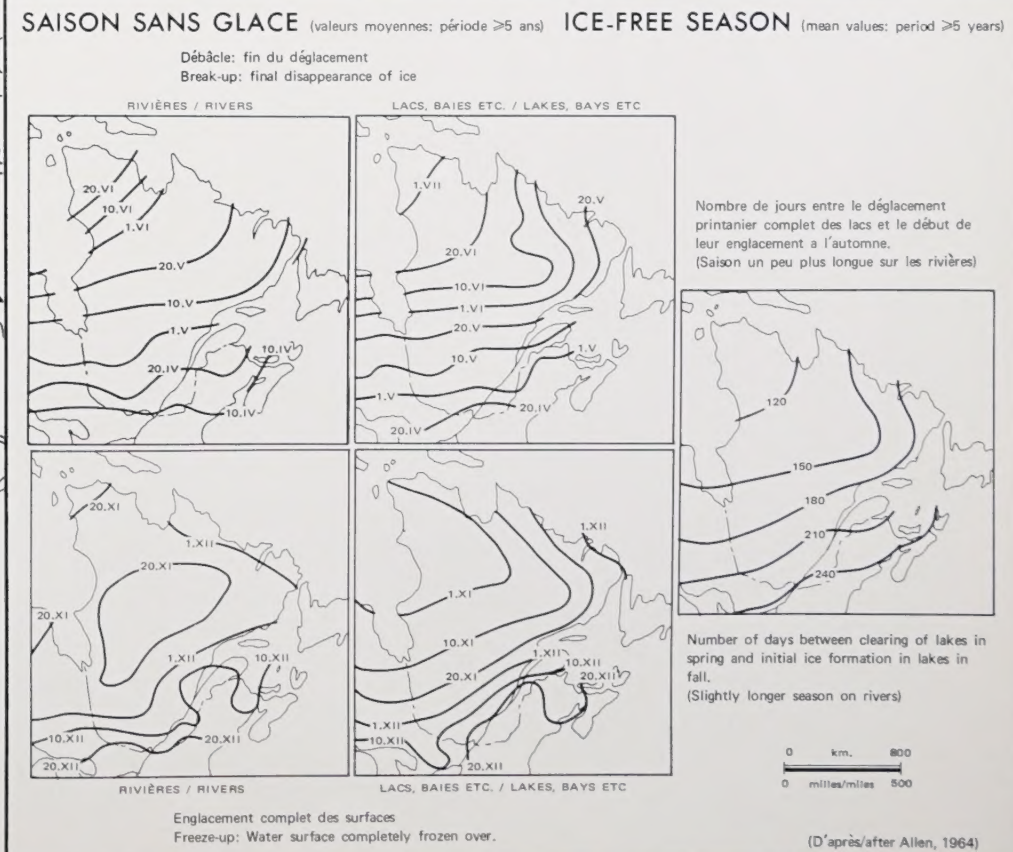
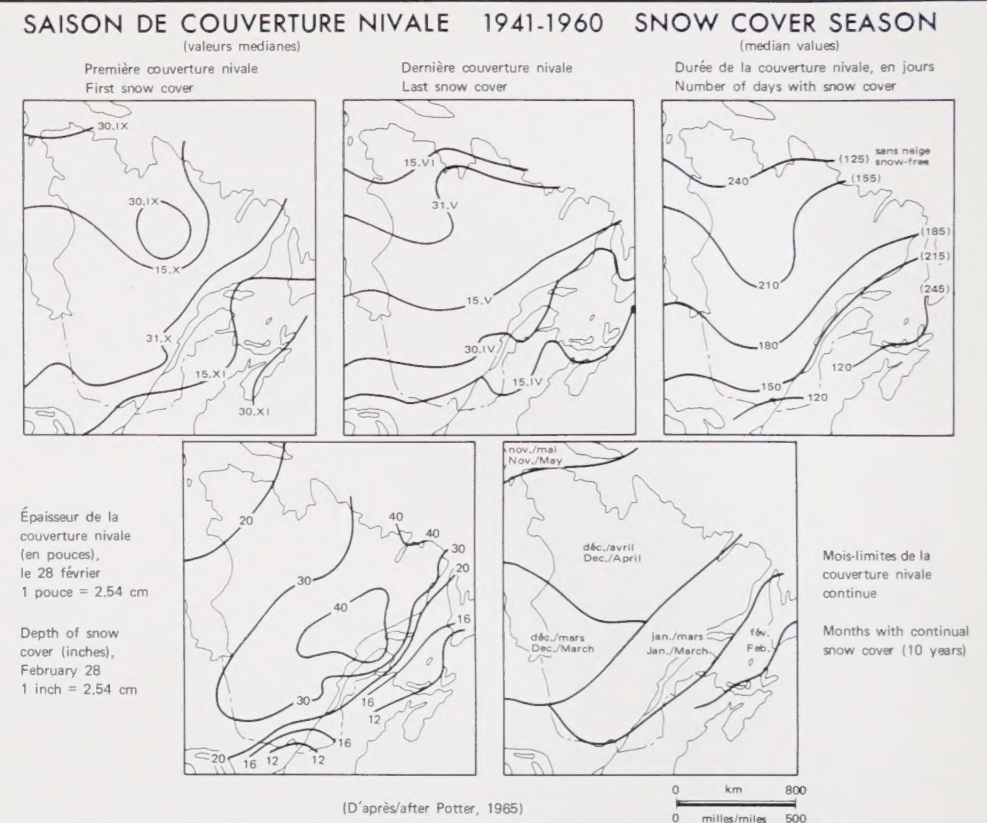
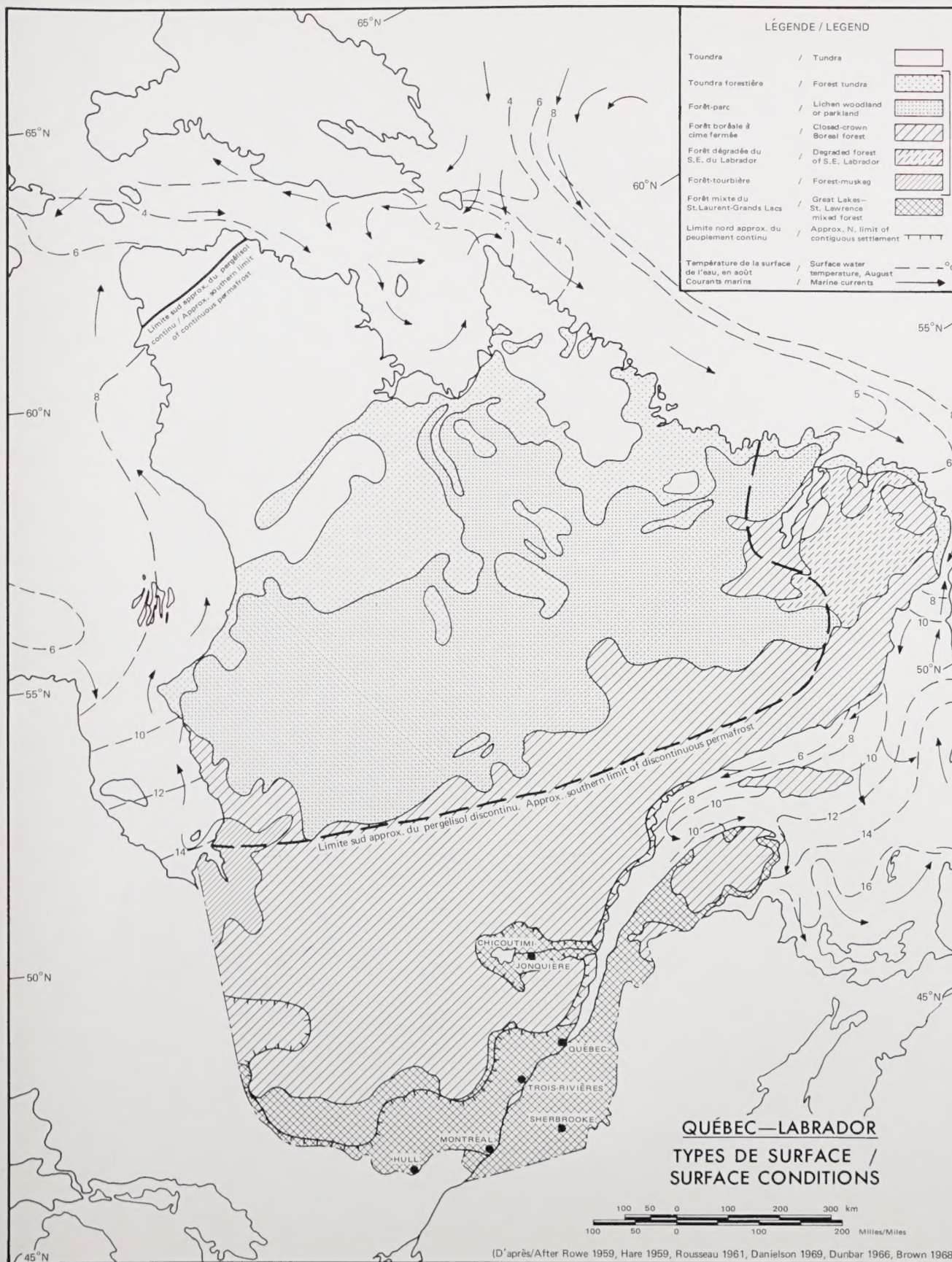
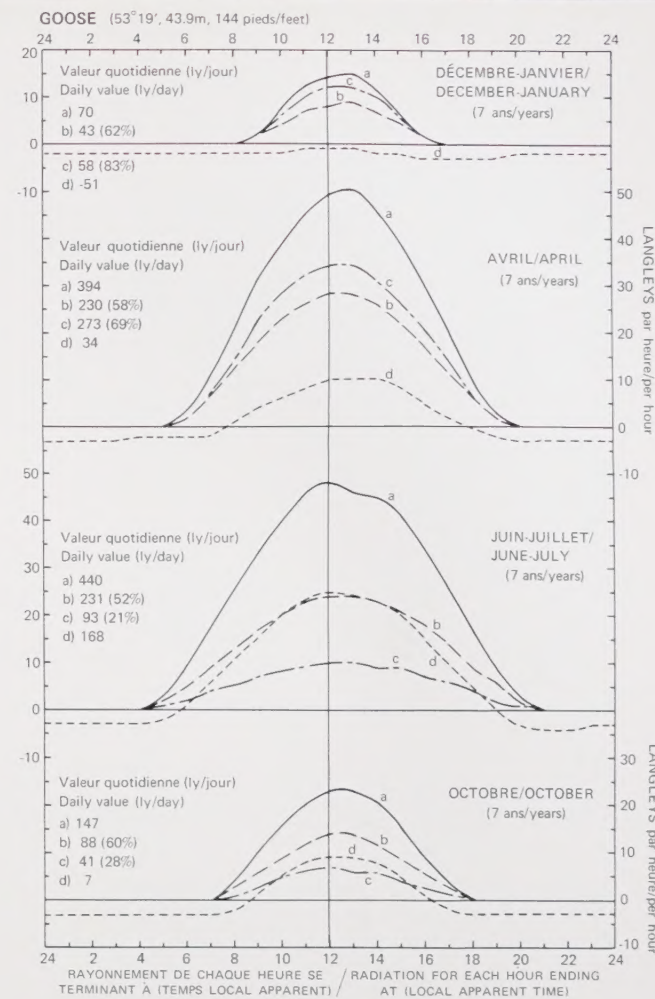
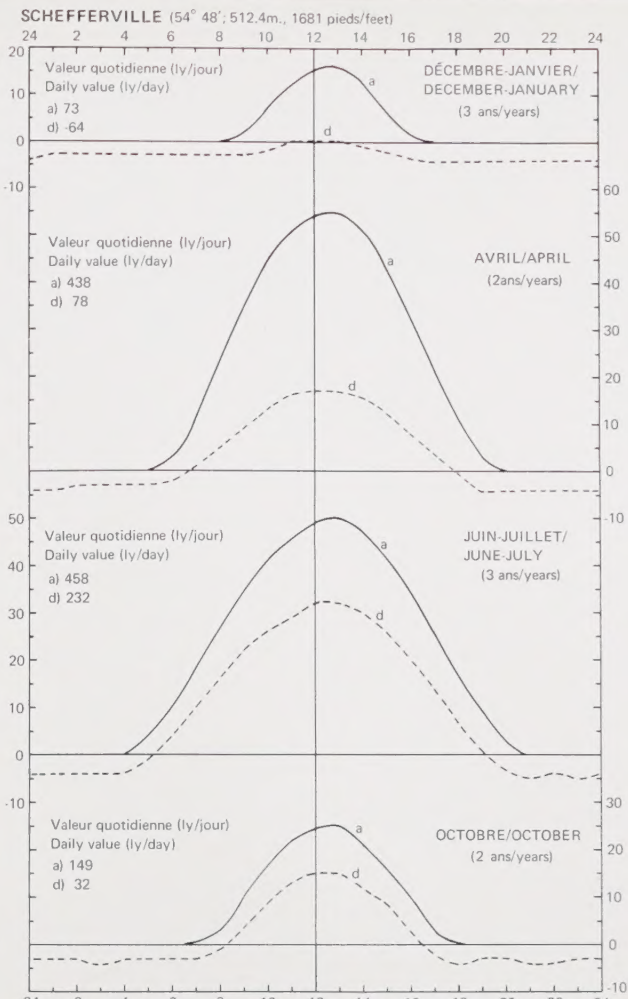
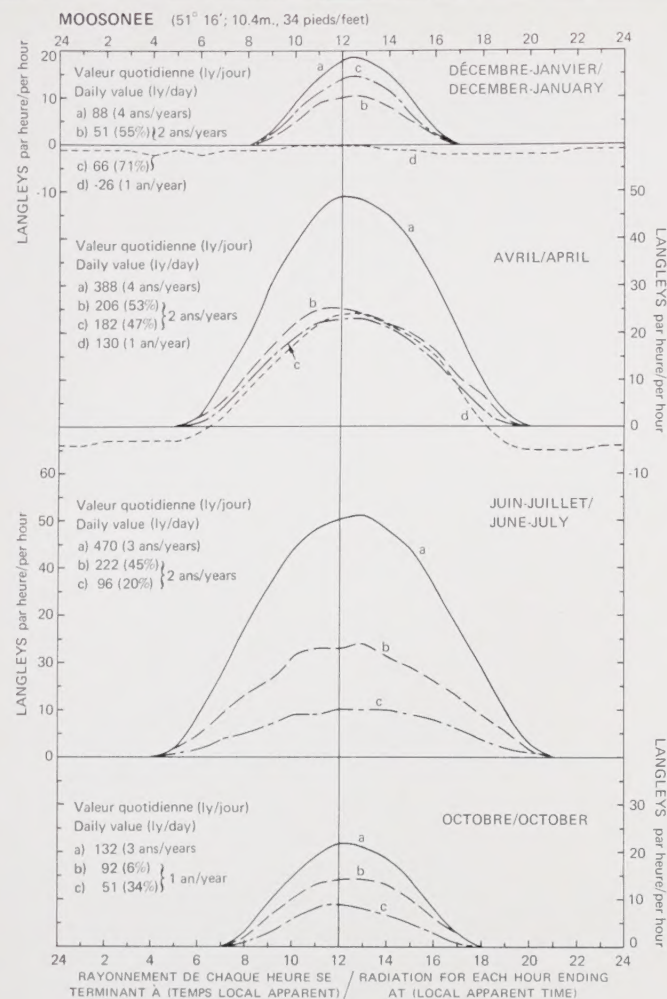


FIGURE 2



RAYONNEMENT SOLAIRE ET BILAN DU RAYONNEMENT

MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES DES QUANTITÉS QUOTIDIENNES ET HORAIRES
EN LANGLEYS (cal. cm⁻²)

Coefficient de variation, (écart type/moyenne) x 100, en pourcentage

SOLAR AND NET RADIATION

MONTHLY AND ANNUAL MEANS OF DAILY AND HOURLY AMOUNTS IN LANGLEYS (cal. cm⁻²)

Coefficient of variation, (standard deviation/mean) x 100, in percentage

a) rayonnement solaire globale
b) rayonnement du ciel
c) rayonnement solaire réfléchi
d) bilan du rayonnement

a) total solar radiation
b) sky radiation
c) reflected solar radiation
d) net radiation

Coefficient de variation du bilan du rayonnement ▲▲▲ Coefficient of variation of net radiation

À partir des données publiées dans le Sommaire du Rayonnement Mensuel, Direction de la Météorologie du Canada.

Based on data published in Monthly Radiation Summary, Canadian Meteorological Branch.

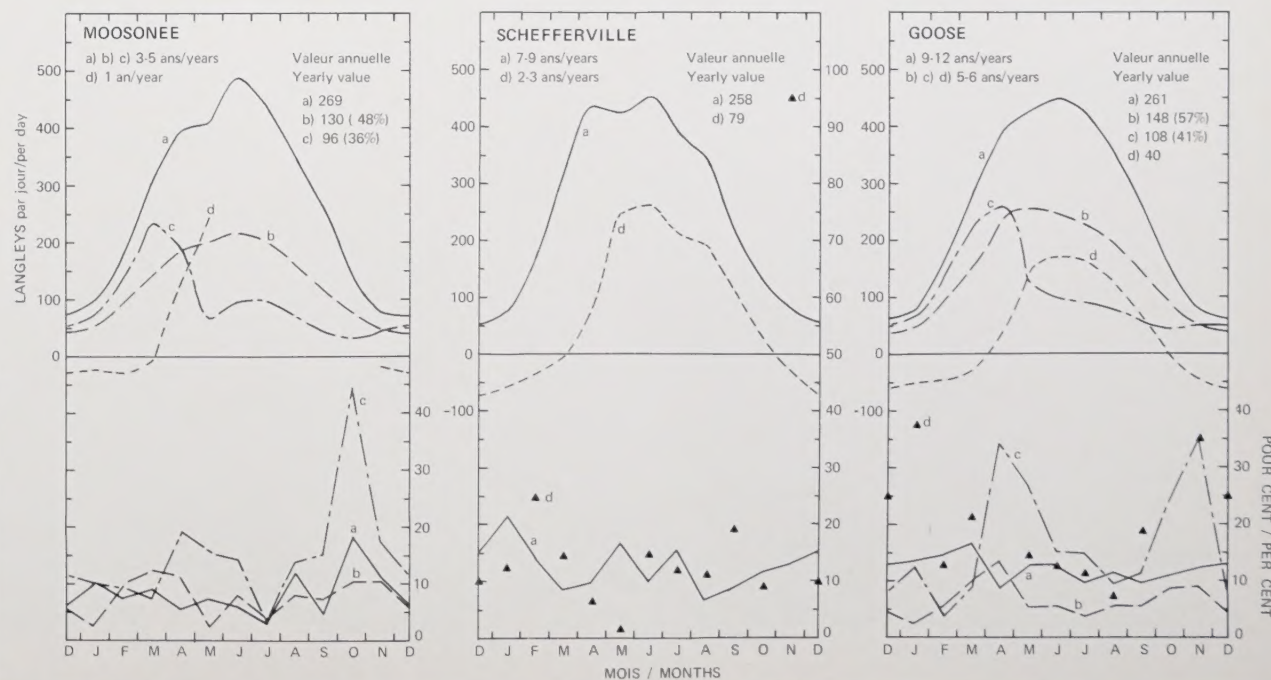
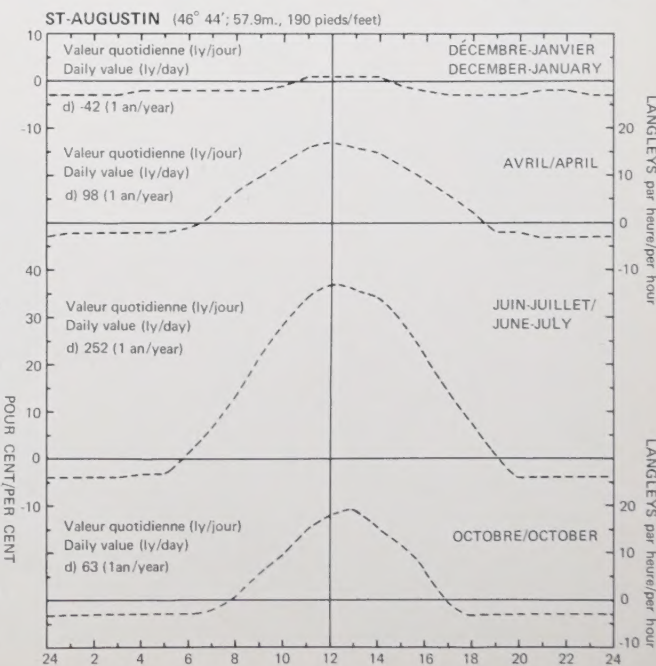
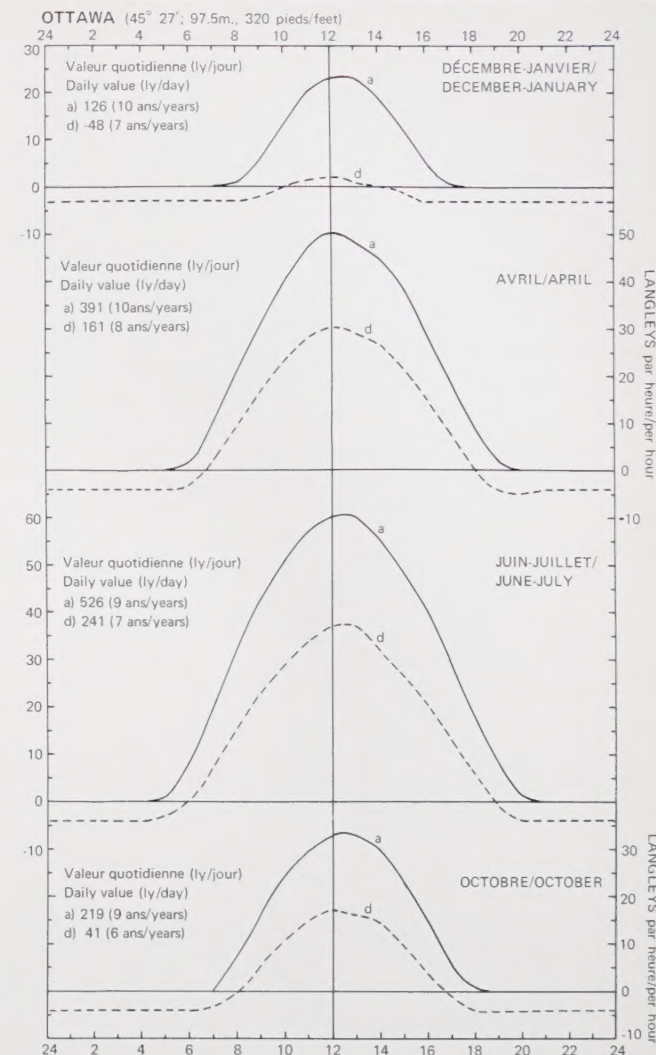
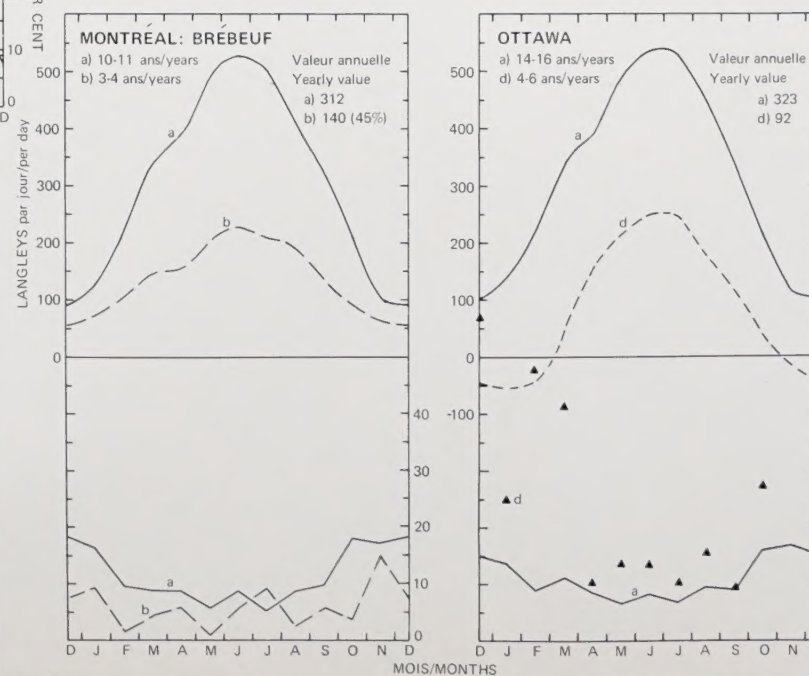
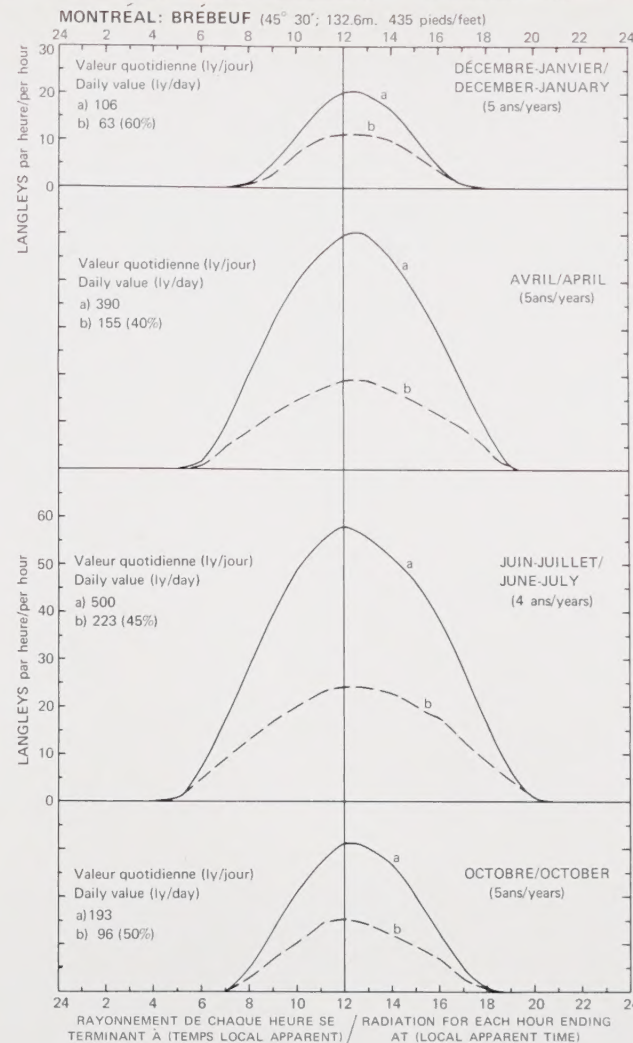
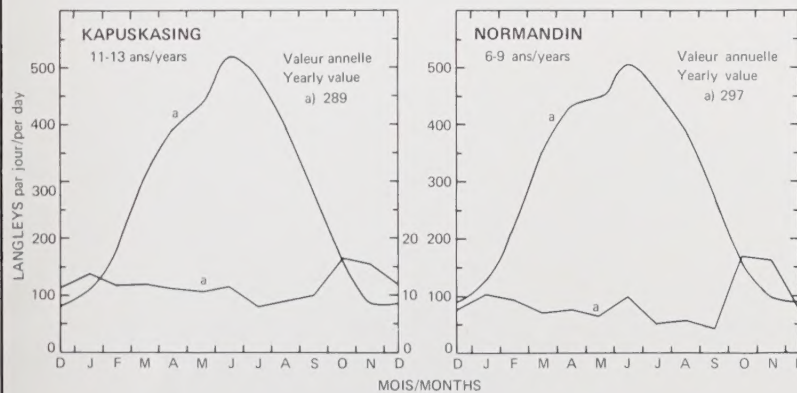
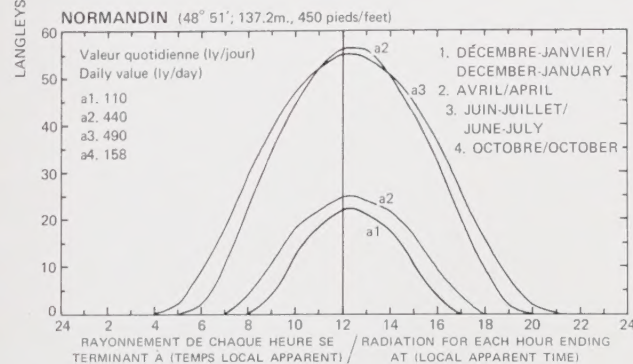
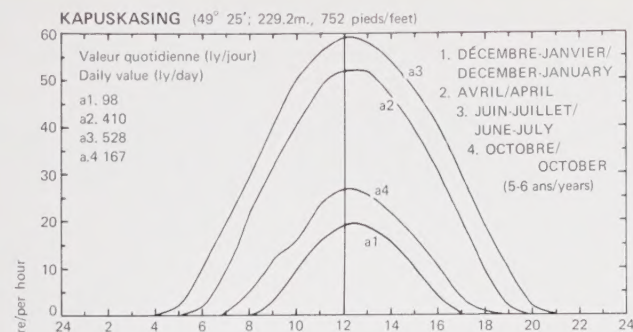


FIGURE 4



RAYONNEMENT SOLAIRE ET BILAN DU RAYONNEMENT (SUITE)

MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES DES QUANTITÉS QUOTIDIENNES
ET HORAIRES, EN LANGLEYS

Coefficient de variation, (écart type/moyenne) x 100, en pourcentage

SOLAR AND NET RADIATION (CONTINUED)

MONTHLY AND ANNUAL MEANS OF DAILY AND HOURLY AMOUNTS
IN LANGLEYS

Coefficient of variation, (standard deviation/mean) x 100, in percentage

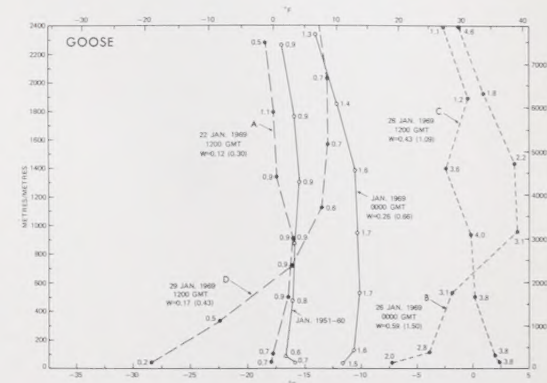
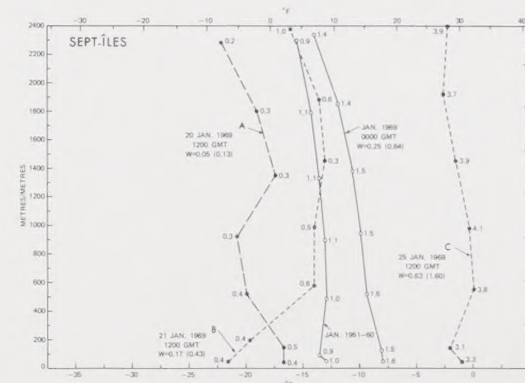
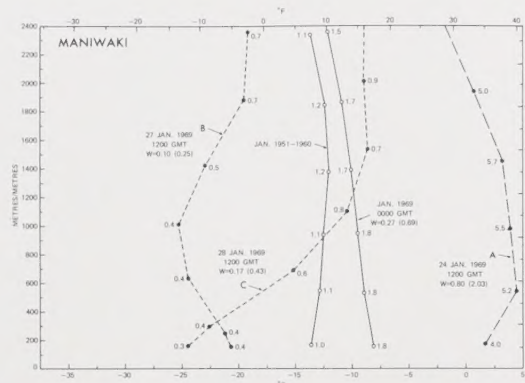
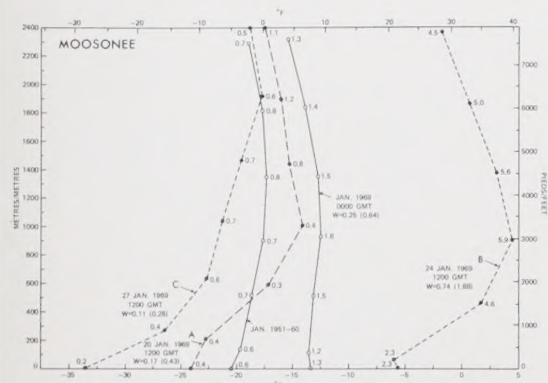
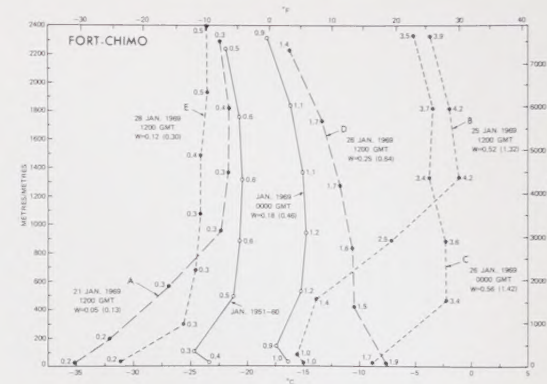
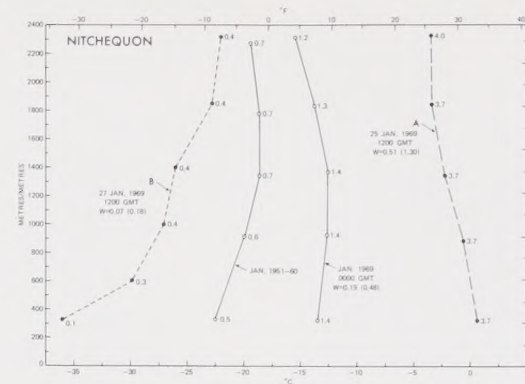
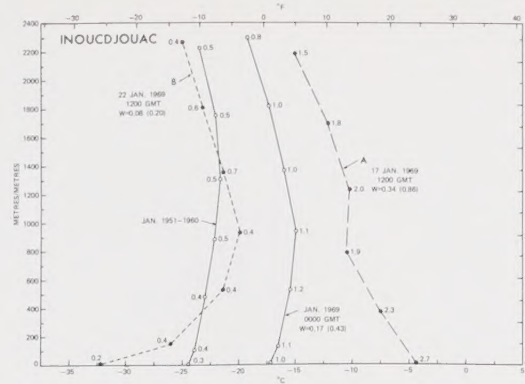
FIGURE 4 (suite/continued)

DISTRIBUTION VERTICALE DE TEMPÉRATURE ET D'HUMIDITÉ, JANVIER (au-dessous de 750 mb)

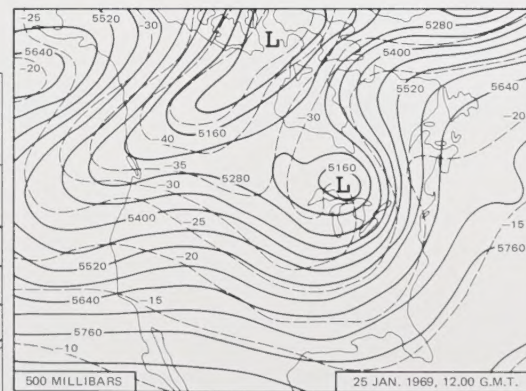
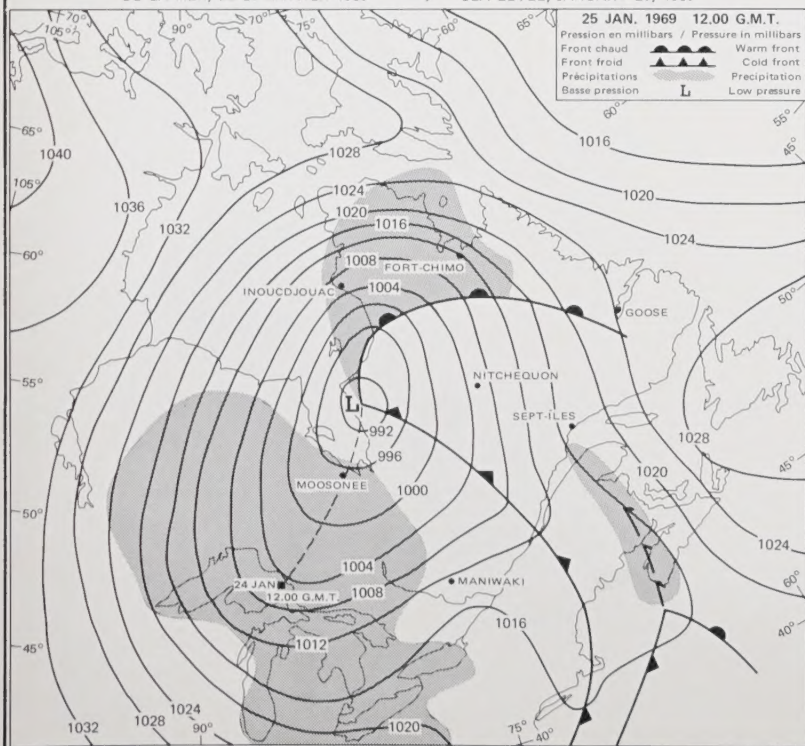
VERTICAL DISTRIBUTION OF TEMPERATURE AND HUMIDITY, JANUARY (below 750 mb)

Courbes moyennes ——— Mean profiles
Sondages réels - - - - - Actual soundings
Rapport de mélange au niveau indiqué, g/kg. • 0.5, etc. Mixing ratio for the height indicated, g/kg.
Eau précipitable en pouces(cm) W Precipitable water, inches (cm)

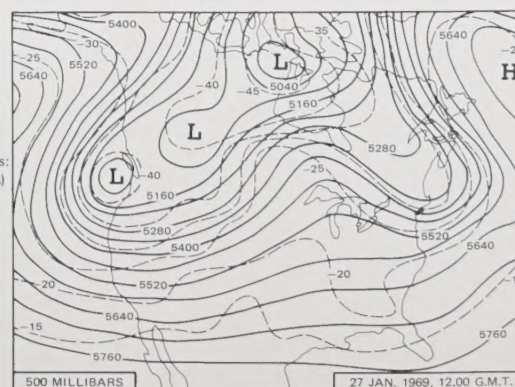
D'après/after Titus, 1965 et/and Monthly Bulletin Canadian Upper Air Data



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE AU NIVEAU
DE LA MER, LE 25 JANVIER 1969 / ATMOSPHERIC PRESSURE AT
SEA LEVEL, JANUARY 25, 1969



COURBES D'ALTITUDE
ET DE TEMPÉRATURE
AU NIVEAU DE 500 MB.
Intervalles entre les courbes:
60m (approx. 200 pieds)
5°C (9°F)
5640m ≈ 18,500 pieds
-40°C = -40°F
L indique basse altitude



PRESSION ATMOSPHÉRIQUE AU NIVEAU
DE LA MER, LE 27 JANVIER 1969 / ATMOSPHERIC PRESSURE AT
SEA LEVEL, JANUARY 27, 1969

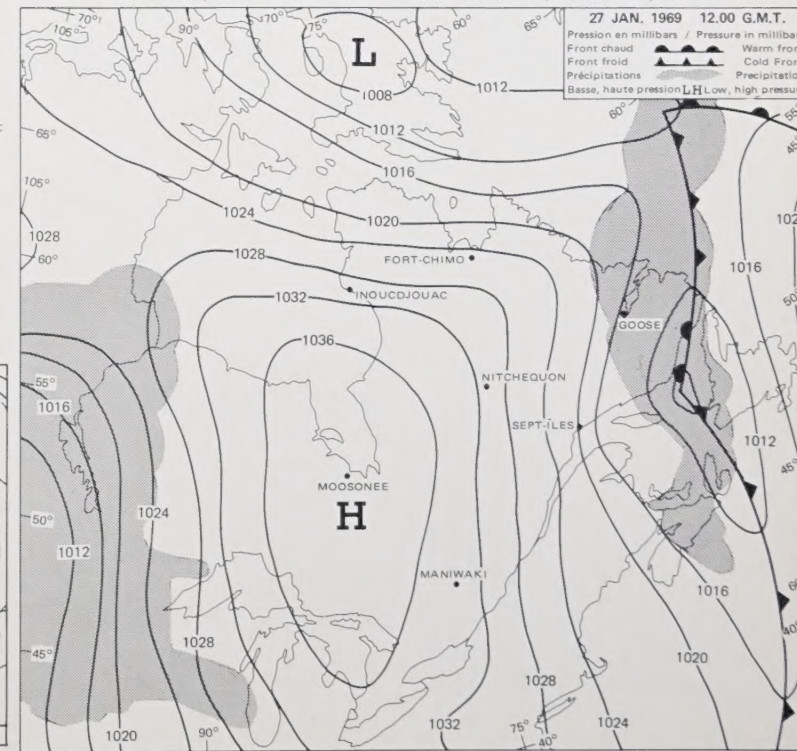


FIGURE 5

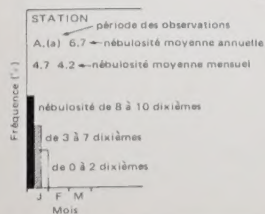


NÉBULOSITÉ

A. Normales de nébulosité, 1941–1960. (a) 17 à 20 ans; (b) 10 à 16 ans; (c) moins de 10 ans. Nébulosité moyenne et fréquence (%) de trois classes de nébulosité, basées sur les observations de 00, 06, 12 et 18 heures (GMT).

B. Fréquence de types de nuages, 1957–1961 en pourcentage de toutes les observations horaires. Obscuris, Stratus, Stratus Fractus, Stratocumulus, Cumulus, Cumulus Fractus, Cumulonimbus, Cumulus fortement développé, Altostratus, Nimbostratus, Altopcumulus, Altopcumulus Castellanus, Cirrus, Cirrostratus, Cirrocumulus.

À partir des données publiées dans *Normales Climatiques, Tome 3, 1968*, et *General Summaries of Hourly Weather observations, 1957–1961*, La Direction de la Météorologie, Toronto.



CLOUD COVER

A. Cloud Normals 1941–1960. (a) 17 to 20 years; (b) 10 to 16 years; (c) less than 10 years. Mean cloud amount and frequency (%) of occurrence of cloud amounts, based on observations at 00, 06, 12 and 18 hours (GMT).

B. Frequency of cloud forms, 1957–1961 as a percentage of all hourly observations. Obscured, Stratus, Stratus Fractus, Stratocumulus, Cumulus, Cumulus Fractus, Cumulonimbus, Heavy Cumulus, Altostratus, Nimbostratus, Altopcumulus, Altopcumulus Castellanus, Cirrus, Cirrostratus, Cirrocumulus.

Based on data published in *Climatic Normals, volume 3, 1968*, and *General Summaries of Hourly Weather Observations, 1957–1961*, Canadian Meteorological Branch, Toronto.

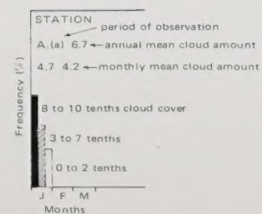
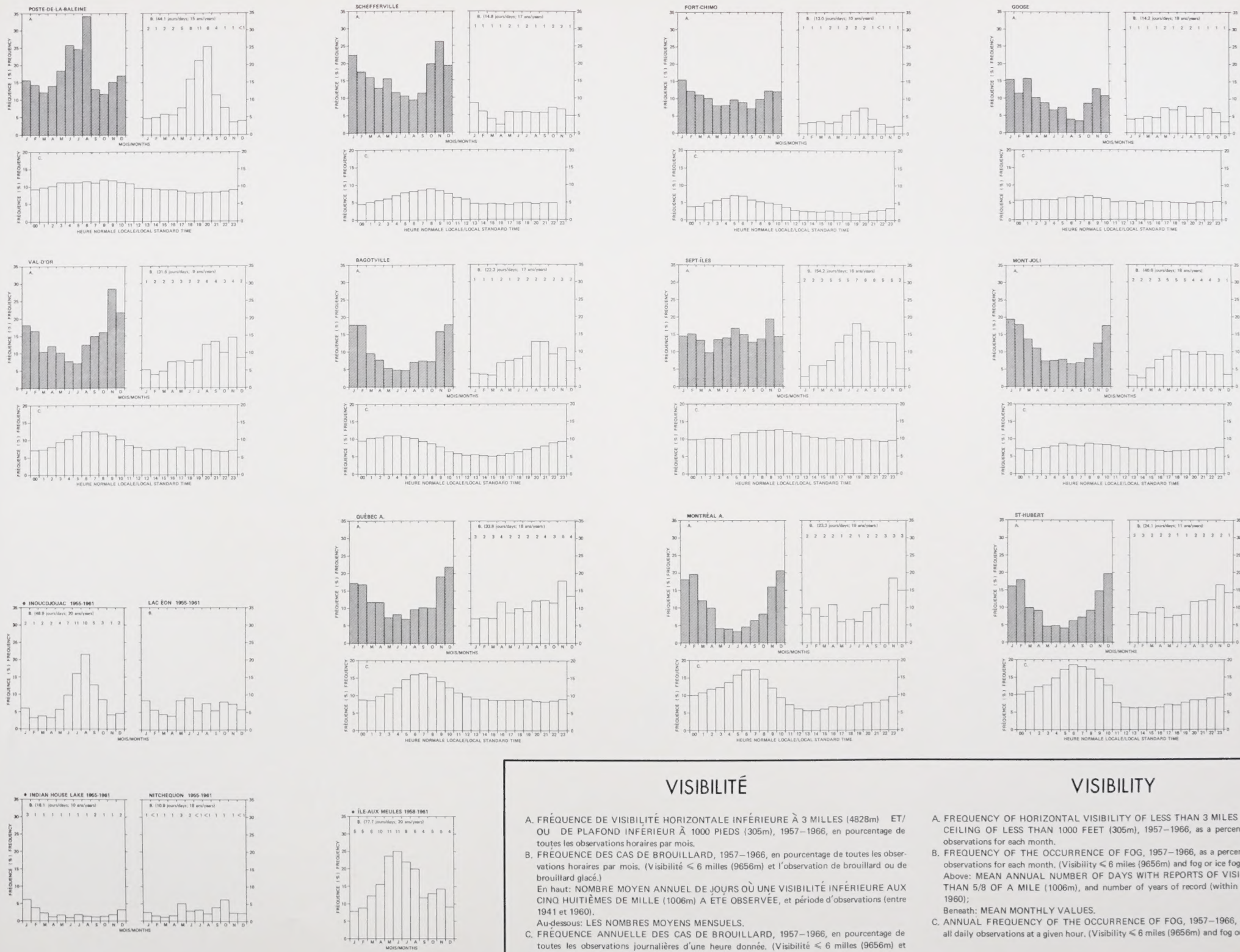


FIGURE 6



*Observations de toutes les 3 heures.
3-hourly observations.

VISIBILITÉ

- A. FRÉQUENCE DE VISIBILITÉ HORIZONTALE INFÉRIEURE À 3 MILES (4828m) ET/OU DE PLAFOND INFÉRIEUR À 1000 PIEDS (305m), 1957–1966, en pourcentage de toutes les observations horaires par mois.
- B. FRÉQUENCE DES CAS DE BROUILLARD, 1957–1966, en pourcentage de toutes les observations horaires par mois. (Visibilité $\leq$ 6 miles (9656m) et l'observation de brouillard ou de brouillard glacé.)
En haut: NOMBRE MOYEN ANNUEL DE JOURS OÙ UNE VISIBILITÉ INFÉRIEURE AUX CINQ HUITIÈMES DE MILLE (1006m) A ÉTÉ OBSERVÉE, et période d'observations (entre 1941 et 1960).
Au-dessous: LES NOMBRES MOYENS MENSUELS.
- C. FRÉQUENCE ANNUELLE DES CAS DE BROUILLARD, 1957–1966, en pourcentage de toutes les observations journalières d'une heure donnée. (Visibilité $\leq$ 6 miles (9656m) et l'observation de brouillard ou de brouillard glacé.)

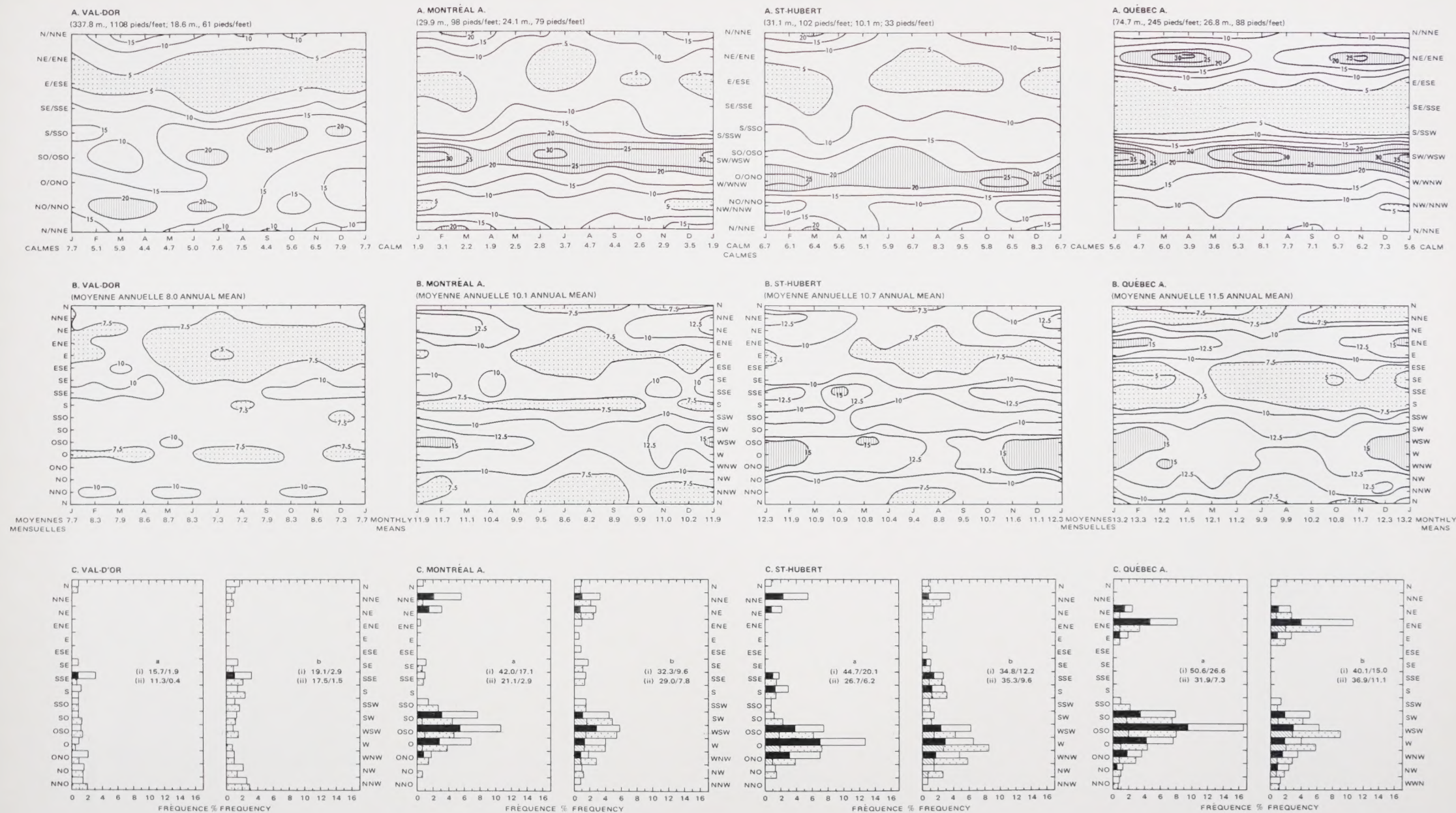
À partir des données publiées dans *Hourly Data Summaries*, HDS-2, 11, 13, 16, 18, 24, 53, 61, 72, 79, dans *General Summaries of Hourly Weather Observations, 1955–1961*, et dans *Monthly Fog Data* par F.D. Manning, CDS 1-69, Direction de la Météorologie du Canada, Toronto. Les données de Poste-de-la-Baleine ont été rassemblées par N.N. Powe, au bureau de météorologie de l'aéroport international de Montréal.

VISIBILITY

- A. FREQUENCY OF HORIZONTAL VISIBILITY OF LESS THAN 3 MILES (4828m) AND/OR CEILING OF LESS THAN 1000 FEET (305m), 1957–1966, as a percentage of all hourly observations for each month.
- B. FREQUENCY OF THE OCCURRENCE OF FOG, 1957–1966, as a percentage of all hourly observations for each month. (Visibility $\leq$ 6 miles (9656m) and fog or ice fog reported.)
Above: MEAN ANNUAL NUMBER OF DAYS WITH REPORTS OF VISIBILITY OF LESS THAN 5/8 OF A MILE (1006m), and number of years of record (within the period 1941–1960);
Beneath: MEAN MONTHLY VALUES.
- C. ANNUAL FREQUENCY OF THE OCCURRENCE OF FOG, 1957–1966, as a percentage of all daily observations at a given hour. (Visibility $\leq$ 6 miles (9656m) and fog or ice fog reported.)

Based on data published in *Hourly Data Summaries*, HDS-2, 11, 13, 16, 18, 24, 55, 61, 62, 79, in *General Summaries of Hourly Weather Observations, 1955–1961*, and in *Monthly Fog Data*, by F.D. Manning, CDS 1-69, Canadian Meteorological Branch, Toronto. Data for Poste-de-la-Baleine were assembled by N.N. Powe, Weather Office, Montréal International Airport.

FIGURE 7



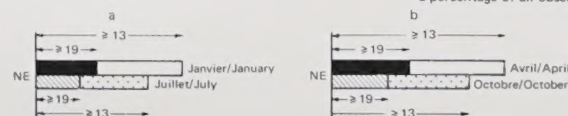
OBSERVATIONS HORAIRES DU VENT, EN DIRECTION ET VITESSE 1957 - 1966 HOURLY OBSERVATIONS OF WIND DIRECTION AND SPEED

A. Fréquence, par direction, en pourcentage de toutes les observations par mois. Le nom de la station est suivi de son élévation et de celle de l'anémomètre.

B. Vitesse horaire moyenne des vents de chaque mois, par direction, en milles à l'heure.

C. Fréquence, par direction, des observations de vents de vitesses supérieures ou égales à 13 et à 19 milles à l'heure (5.8 et 8.5 m/s), en pourcentage de toutes les observations par mois.

- a (i) Janvier: Fréquence de vents de toutes directions de vitesses supérieures ou égales à 13 / 19 milles à l'heure,
(ii) Juillet: en pourcentage de toutes les observations par mois.
b (i) Avril:
(ii) Octobre

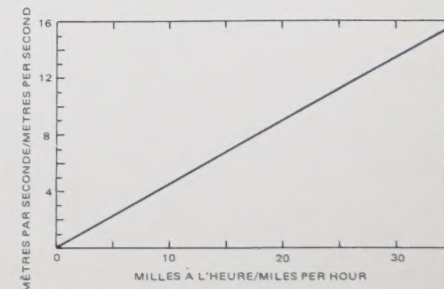


A. Frequency of hourly winds by direction, as a percentage of all observations for the month. The station name is followed by its elevation and height of the anemovane.

B. Mean hourly wind speed, by direction, for each month, in miles per hour

C. Frequency, by direction, of wind speeds greater than or equal to 13 and 19 miles per hour (5.8 and 8.5 m/s), as a percentage of all observations for the month.

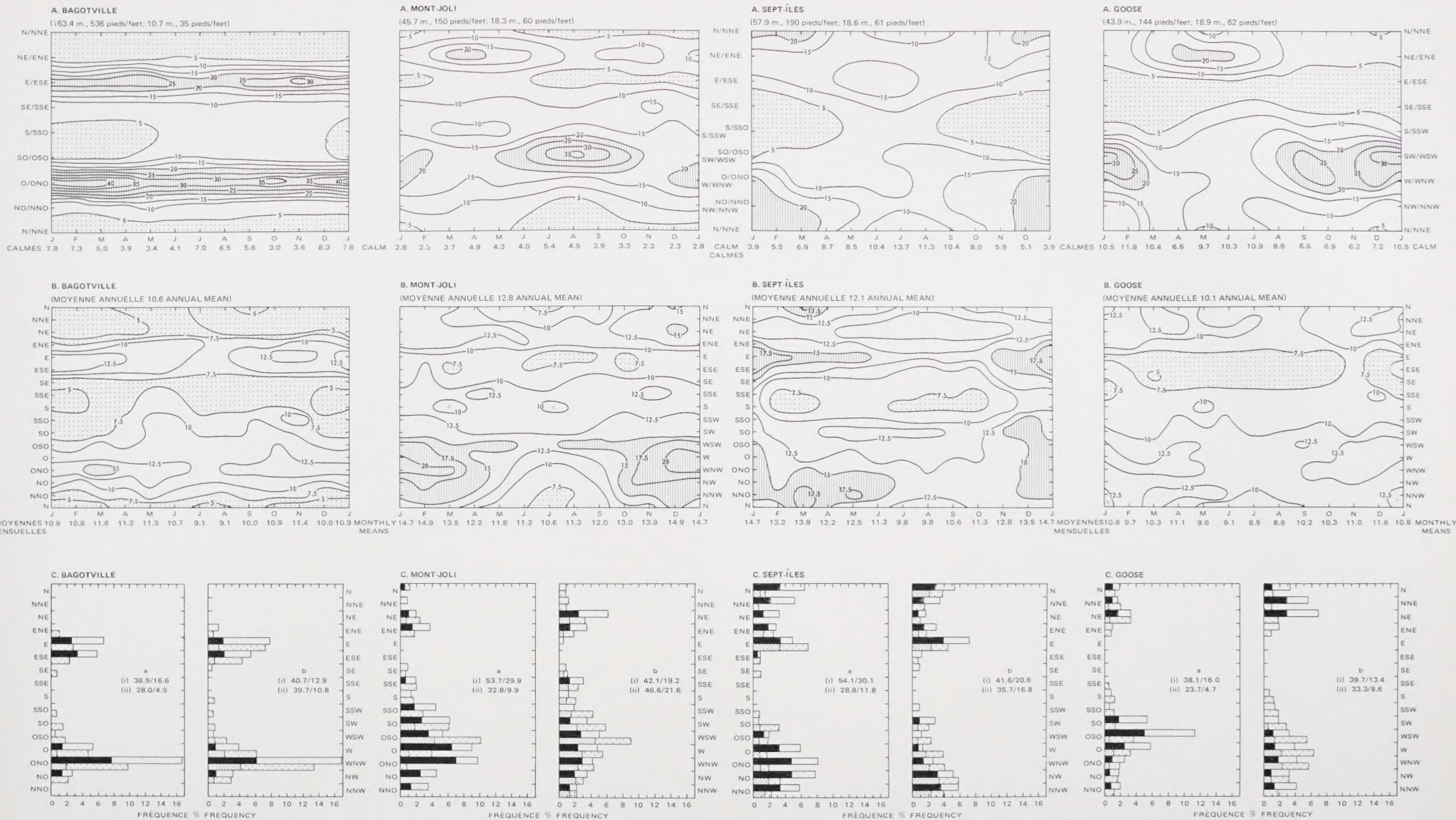
- a (i) January: Frequency of winds of all directions greater than or equal to 13 mph / 19 mph,
(ii) July: as a percentage of all observations for the month.
b (i) April:
(ii) October:



Le vent est appelé selon la direction d'où il provient.
A partir des données publiées dans *Hourly Data Summaries*, HDS-2, 11, 13, 16, 18, 24, 55, 61, 62, 79
La Direction de la Météorologie du Canada, Toronto

The wind is named according to the direction from which it blows.
Diagrams based on data published in *Hourly Data Summaries*, HDS-2, 11, 13, 16, 18, 24, 55, 61, 62, 79,
Canadian Meteorological Branch, Toronto

FIGURE 8



OBSERVATIONS HORAIRES DU VENT, EN DIRECTION ET VITESSE (suite) HOURLY OBSERVATIONS OF WIND DIRECTION AND SPEED (continued)

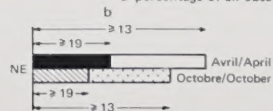
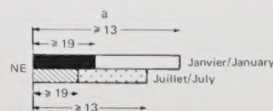
1957 - 1966

A. Fréquence, par direction, en pourcentage de toutes les observations par mois. Le nom de la station est suivi de son élévation et de celle de l'anémomètre.

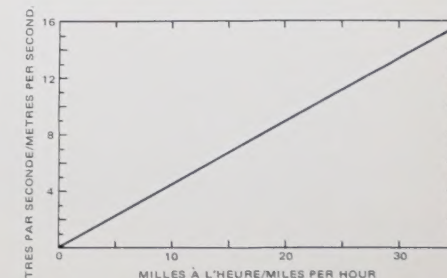
B. Vitesse horaire moyenne des vents de chaque mois, par direction, en milles à l'heure.

C. Fréquence, par direction, des observations de vents de vitesses supérieures ou égales à 13 et à 19 milles à l'heure (5.8 et 8.5 m/s), en pourcentage de toutes les observations par mois.

- a (i) Janvier: Fréquence de vents de toutes directions de vitesses supérieures ou égales à 13 / 19 milles à l'heure,
(ii) Juillet: en pourcentage de toutes les observations par mois.
- b (i) Avril: en pourcentage de toutes les observations par mois.
(ii) Octobre



- a (i) January: Frequency of winds of all directions greater than or equal to 13 mph / 19 mph,
(ii) July: as a percentage of all observations for the month.
- b (i) April: as a percentage of all observations for the month.
(ii) October



Le vent est appelé selon la direction d'où il provient.
A partir des données publiées dans *Hourly Data Summaries*, HDS-2, 11, 13, 16, 18, 24, 55, 61, 62, 79
La Direction de la Météorologie du Canada, Toronto

The wind is named according to the direction from which it blows.
Diagrams based on data published in *Hourly Data Summaries*, HDS-2, 11, 13, 16, 18, 24, 55, 61, 62, 79,
Canadian Meteorological Branch, Toronto

FIGURE 8 (suite/continued: 1)

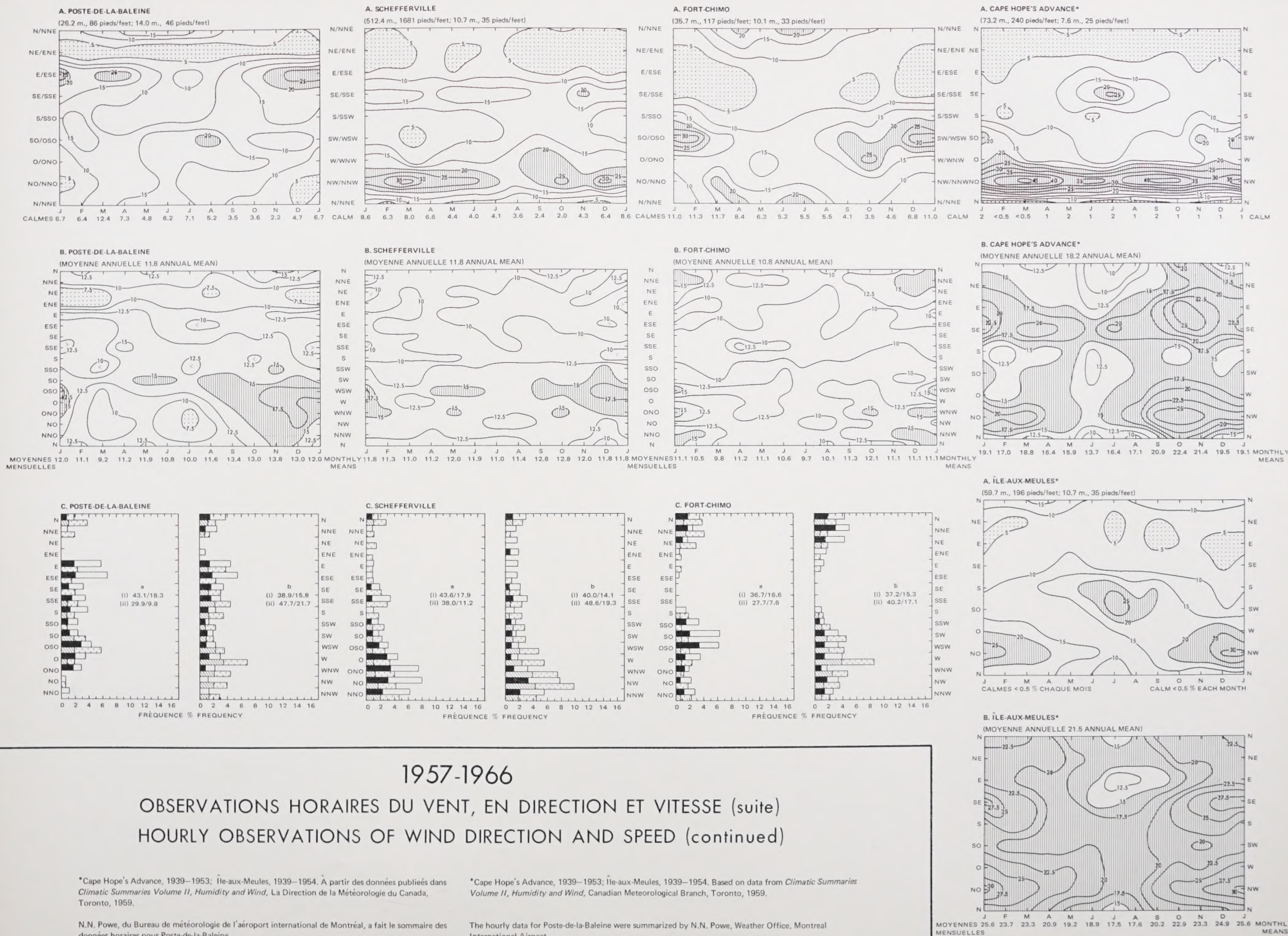


FIGURE 8 (suite/continued: 2)

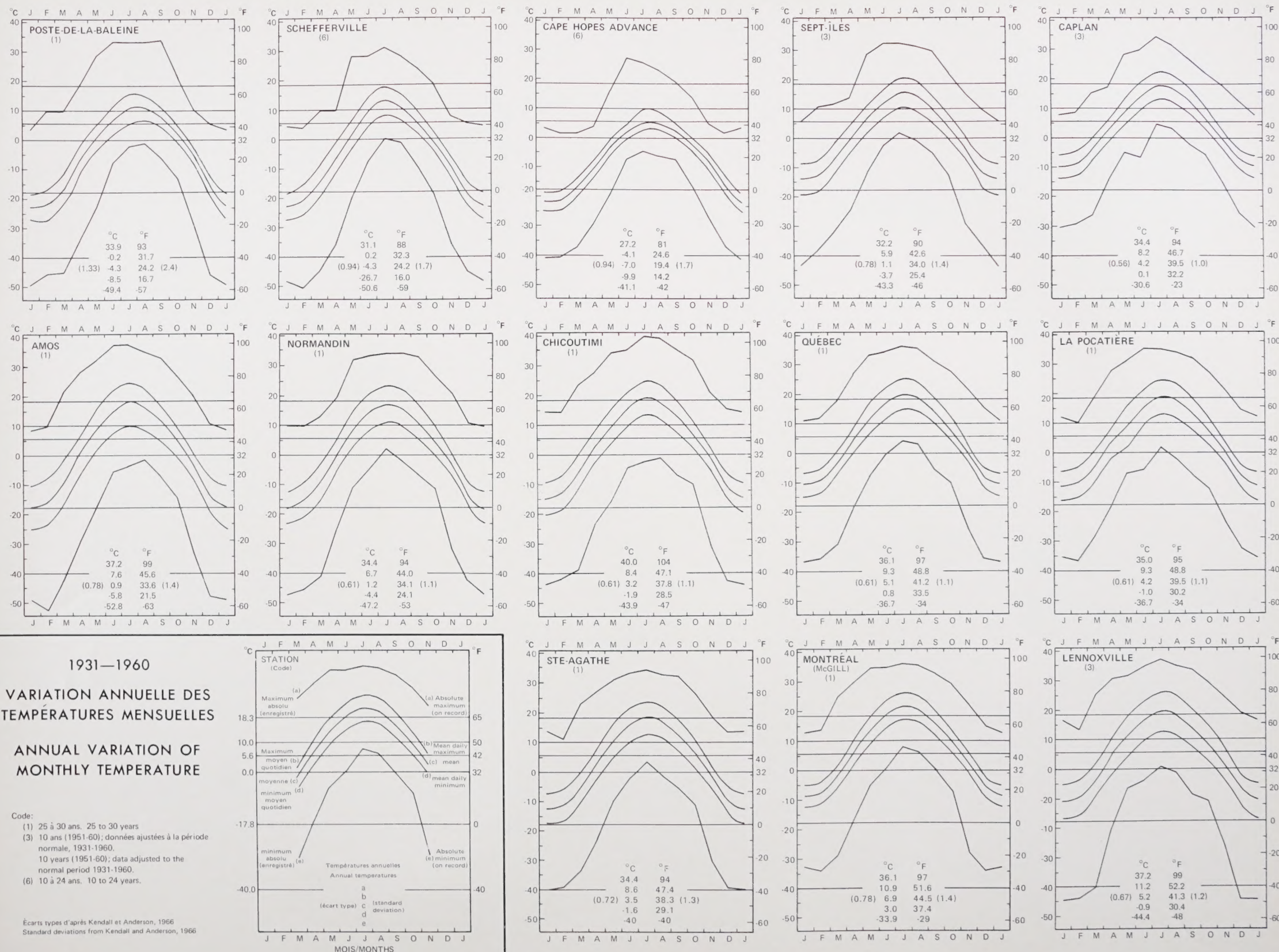
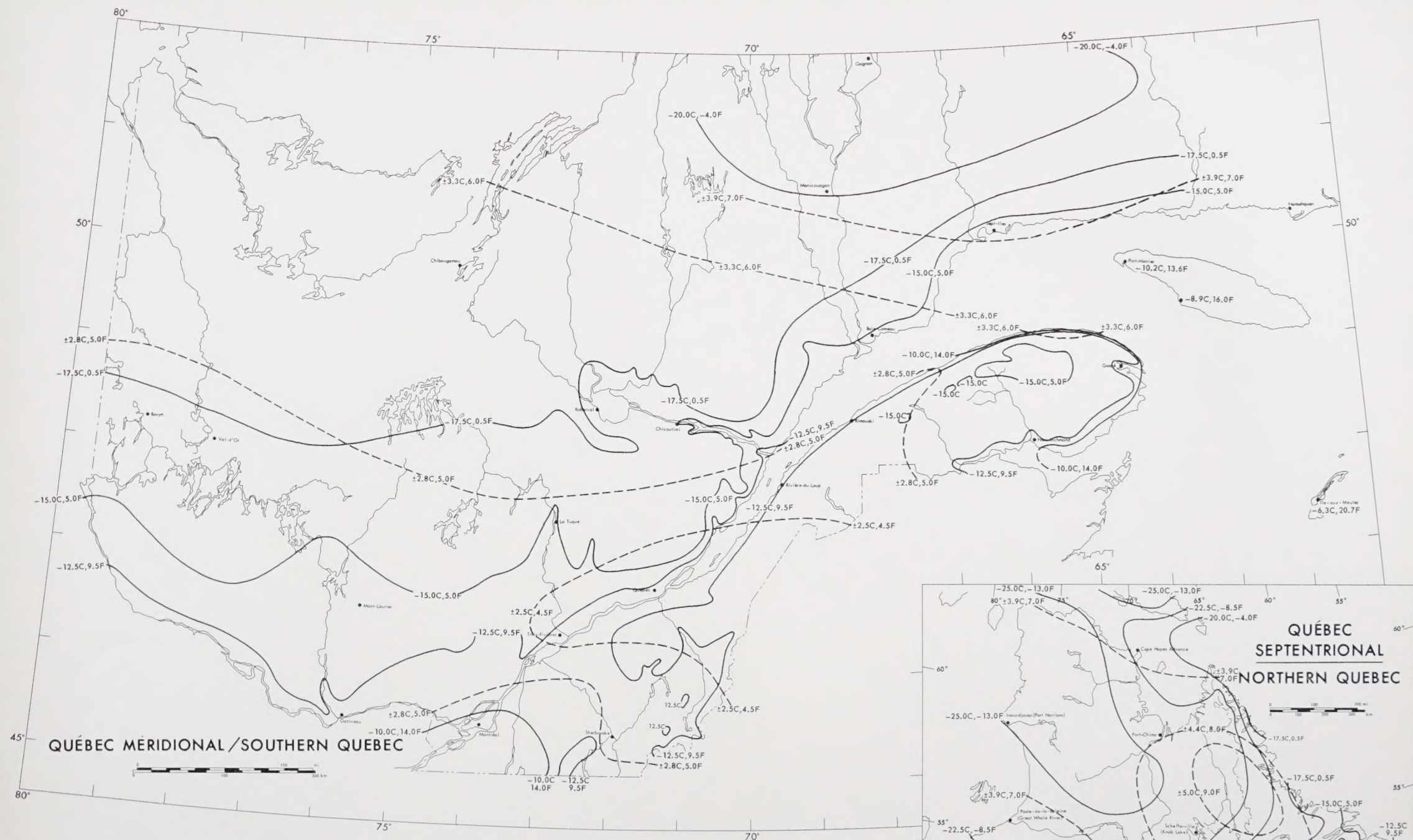


FIGURE 9



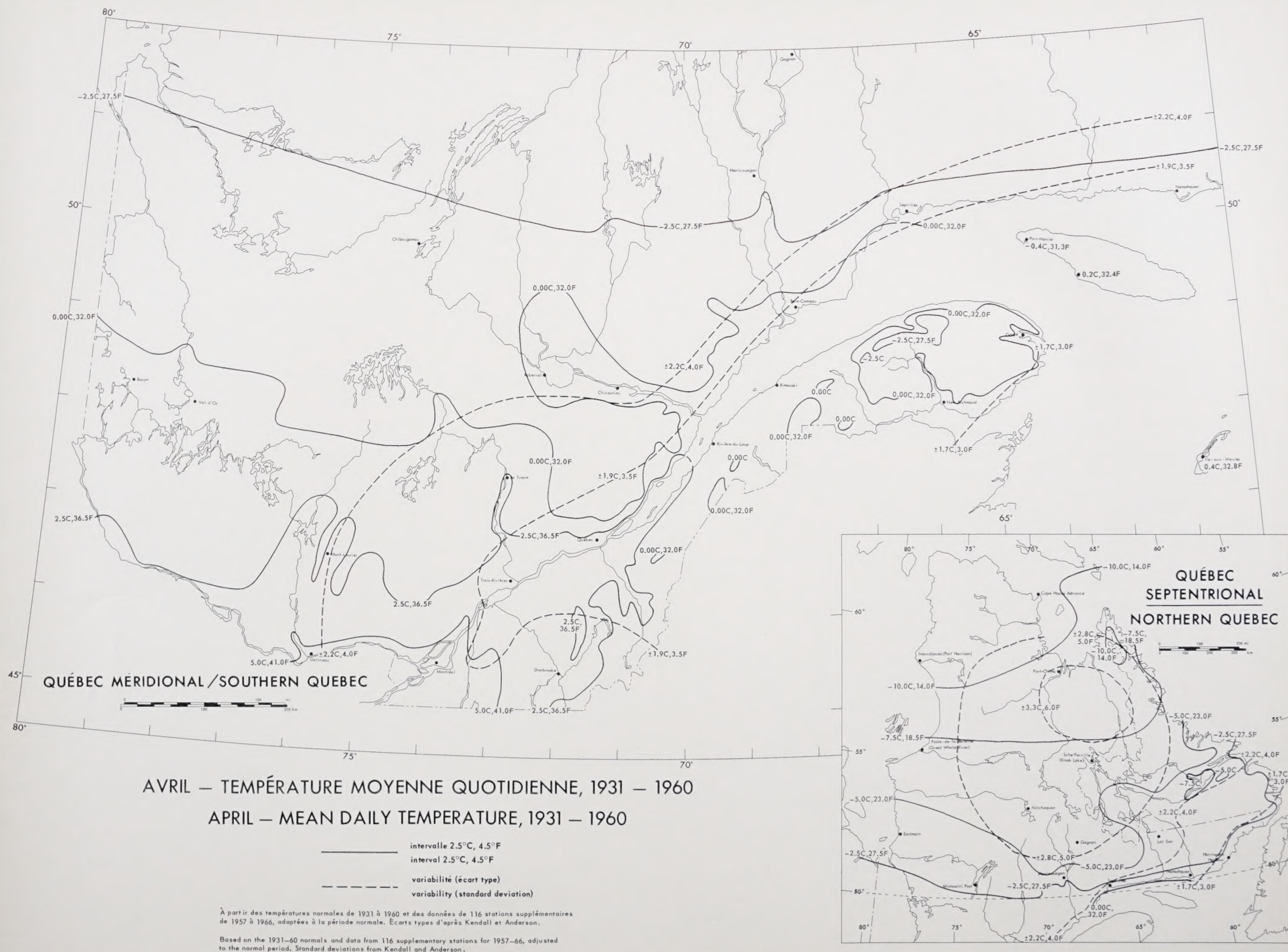


FIGURE 10 (b)

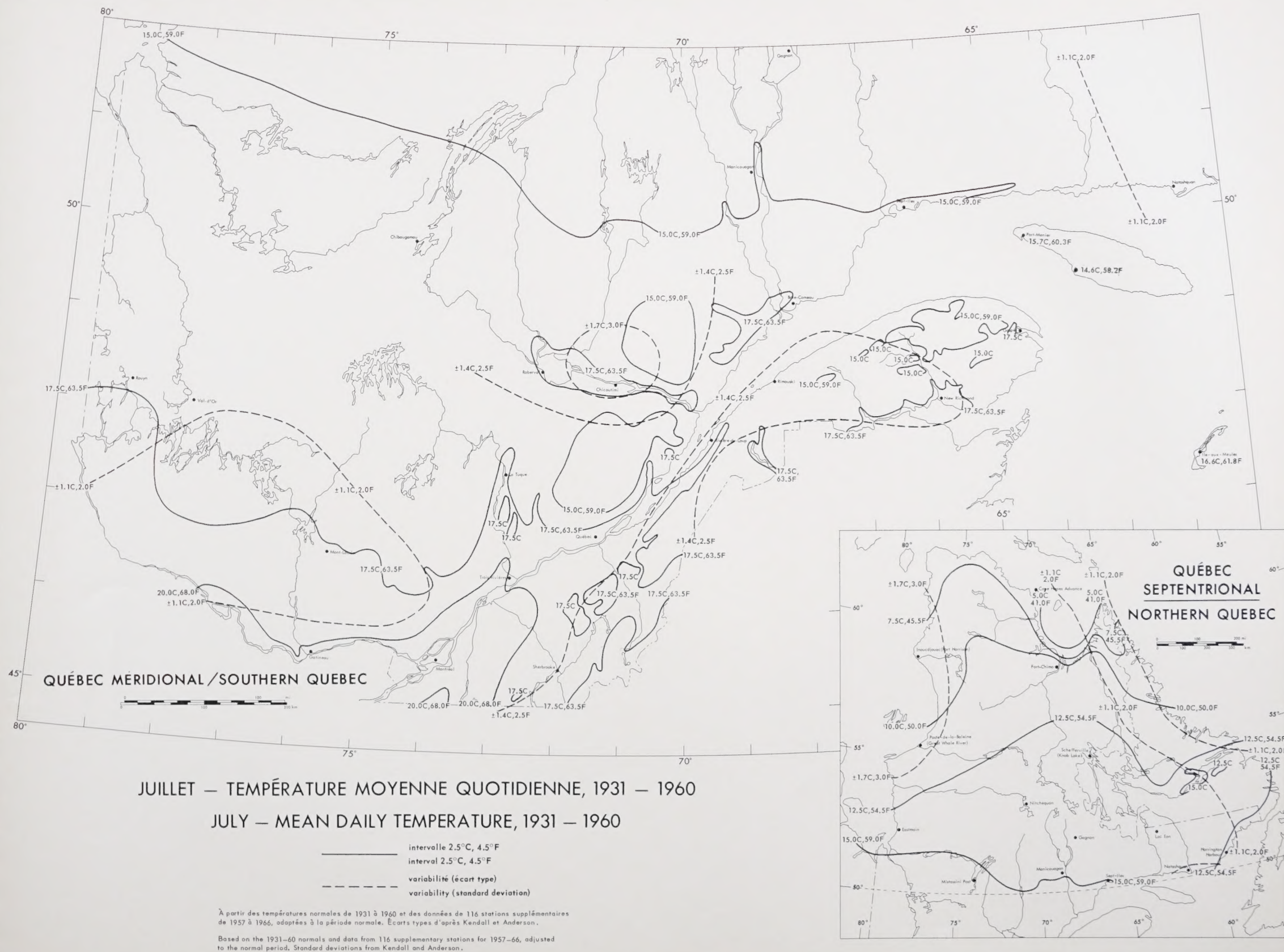


FIGURE 10 (c)

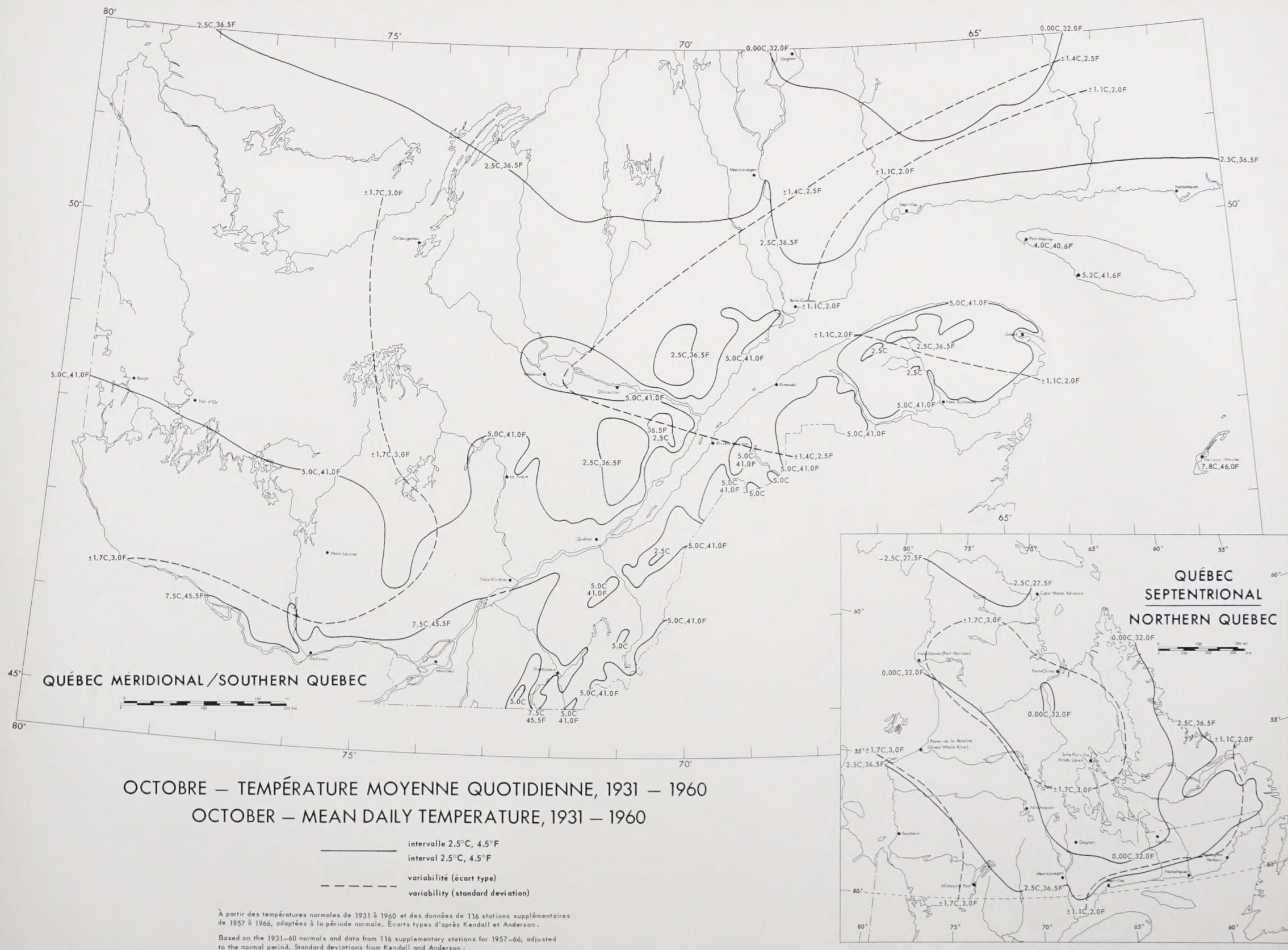


FIGURE 10 (d)



JANVIER —
MOYENNE DES TEMPÉRATURES MAXIMALES QUOTIDIENNES (°F), 1931 — 1960

JANUARY — MEAN DAILY MAXIMUM TEMPERATURE(°F), 1931 — 1960

À partir des températures normales de 1931 à 1960 et des données des stations supplémentaires de 1957 à 1966, adaptées à la période normale.

Based on the 1931-60 normals and data from supplementary stations for 1957-66, adjusted to the normal period.

Période d'observation (ans) / Period of observation (years)			
(Codes 1,2)	(Codes 3-7)	(Codes 8,9)*	
25-30	10-24	<10	
32°F	■	●	▲
23°F	■	●	▲
14°F	■	●	▲
5°F	■	●	▲
-4°F	■	●	▲
-13°F	■	●	▲
	■	●	▲

*y compris les stations supplémentaires/ including supplementary stations

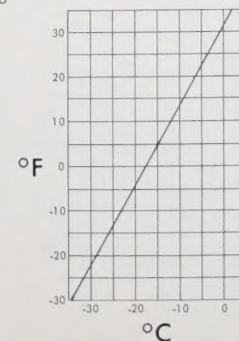


FIGURE 11 (a)

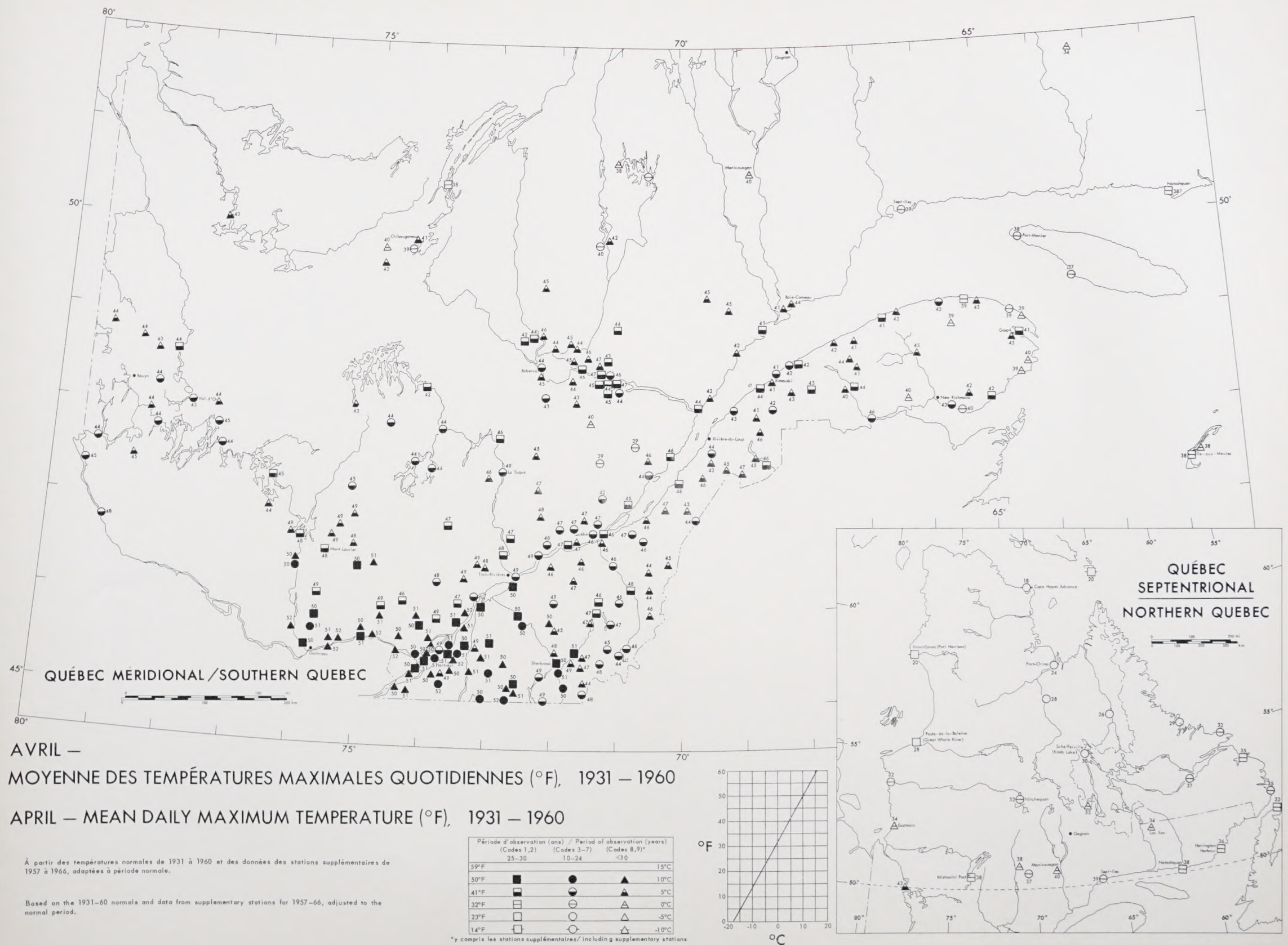
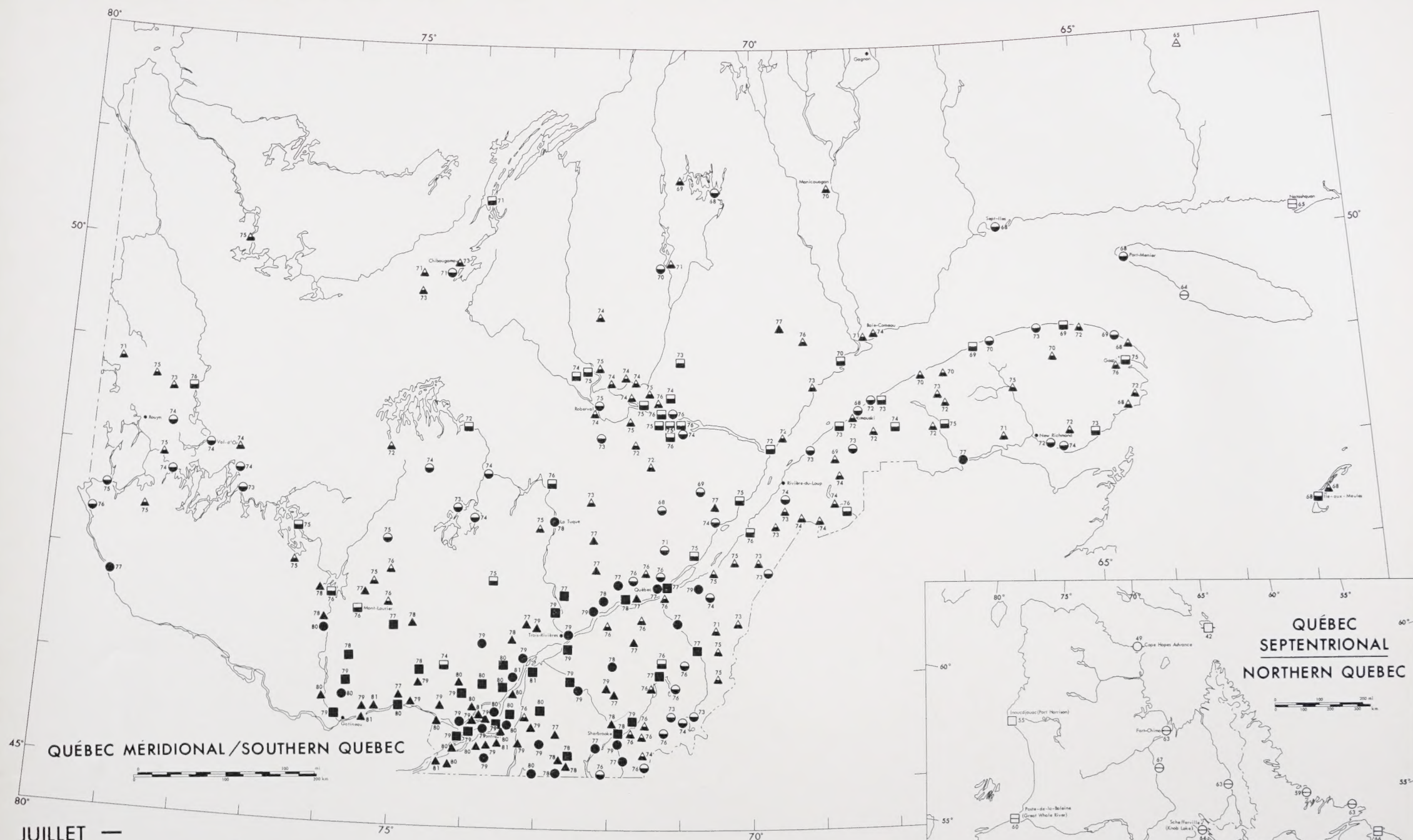


FIGURE 11 (b)



JUILLET —
MOYENNE DES TEMPÉRATURES MAXIMALES QUOTIDIENNES (°F), 1931-1960
JULY — MEAN DAILY MAXIMUM TEMPERATURE (°F), 1931-1960

À partir des températures normales de 1931 à 1960 et des données des stations supplémentaires de 1957 à 1966, adaptées à la période normale.

Based on the 1931-60 normals and data from supplementary stations for 1957-66, adjusted to the normal period.

Période d'observations (ans) / Period of observation (years)		
(Codes 1, 2)	(Codes 3-7)	(Codes 8, 9)*
25-30	10-24	<10
86°F	■	●
77°F	■	▲
68°F	■	▲
59°F	□	○
50°F	□	○
41°F	□	○
30°C	■	●
25°C	■	▲
20°C	■	▲
15°C	□	○
10°C	□	○
5°C	□	○

* y compris les stations supplémentaires / including supplementary stations

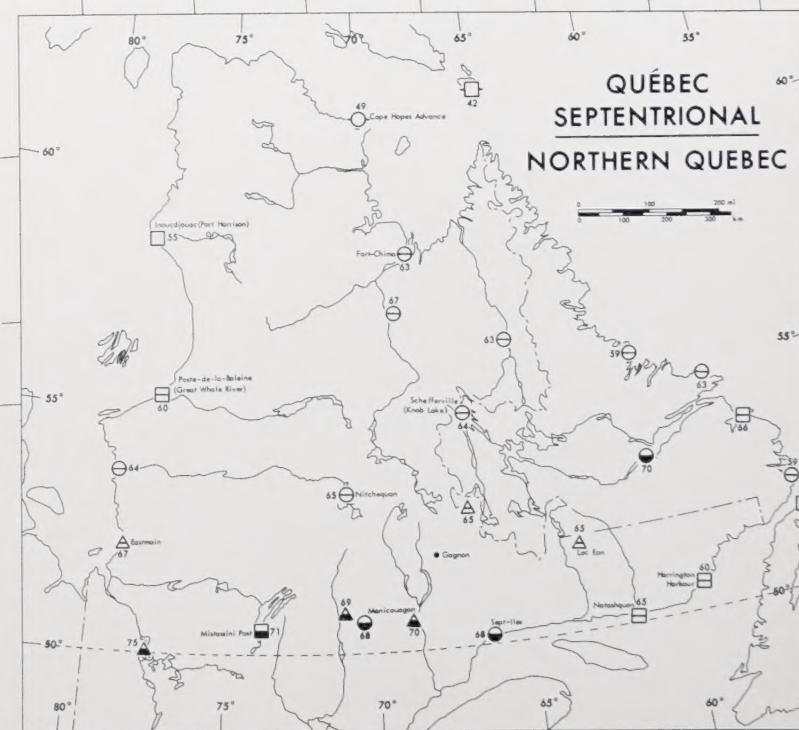
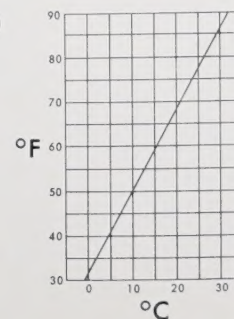


FIGURE 11 (c)

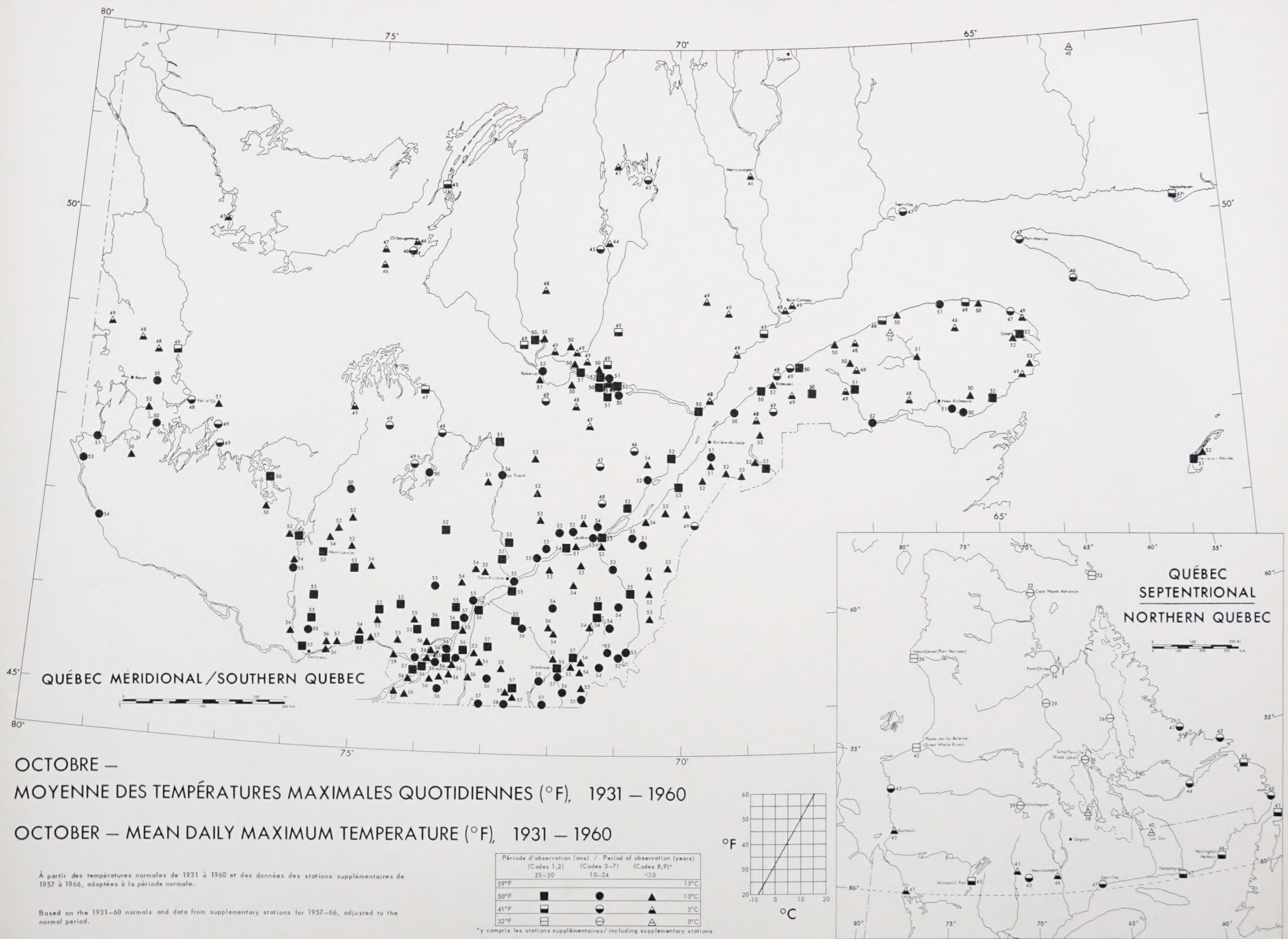


FIGURE 11(d)

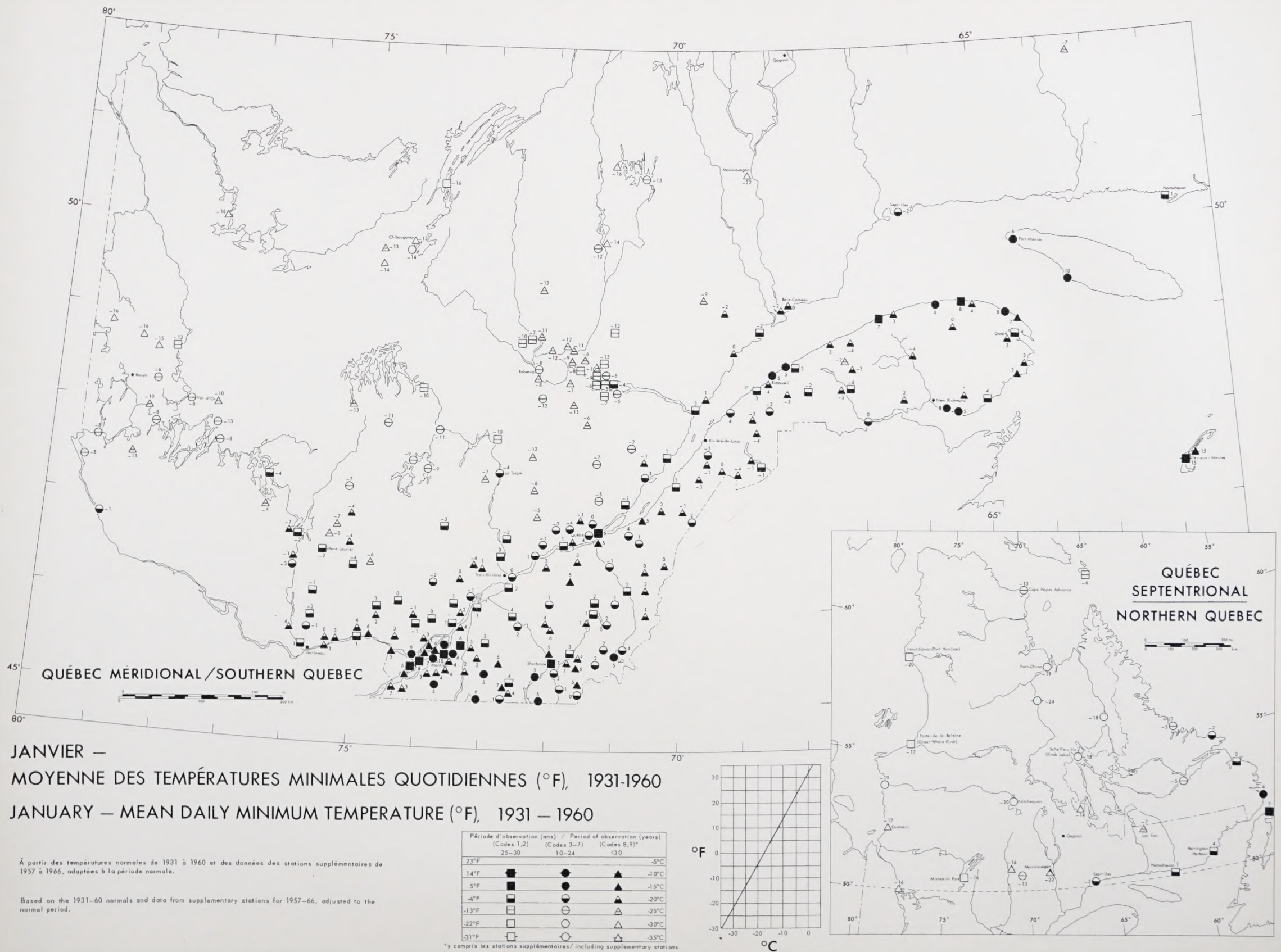
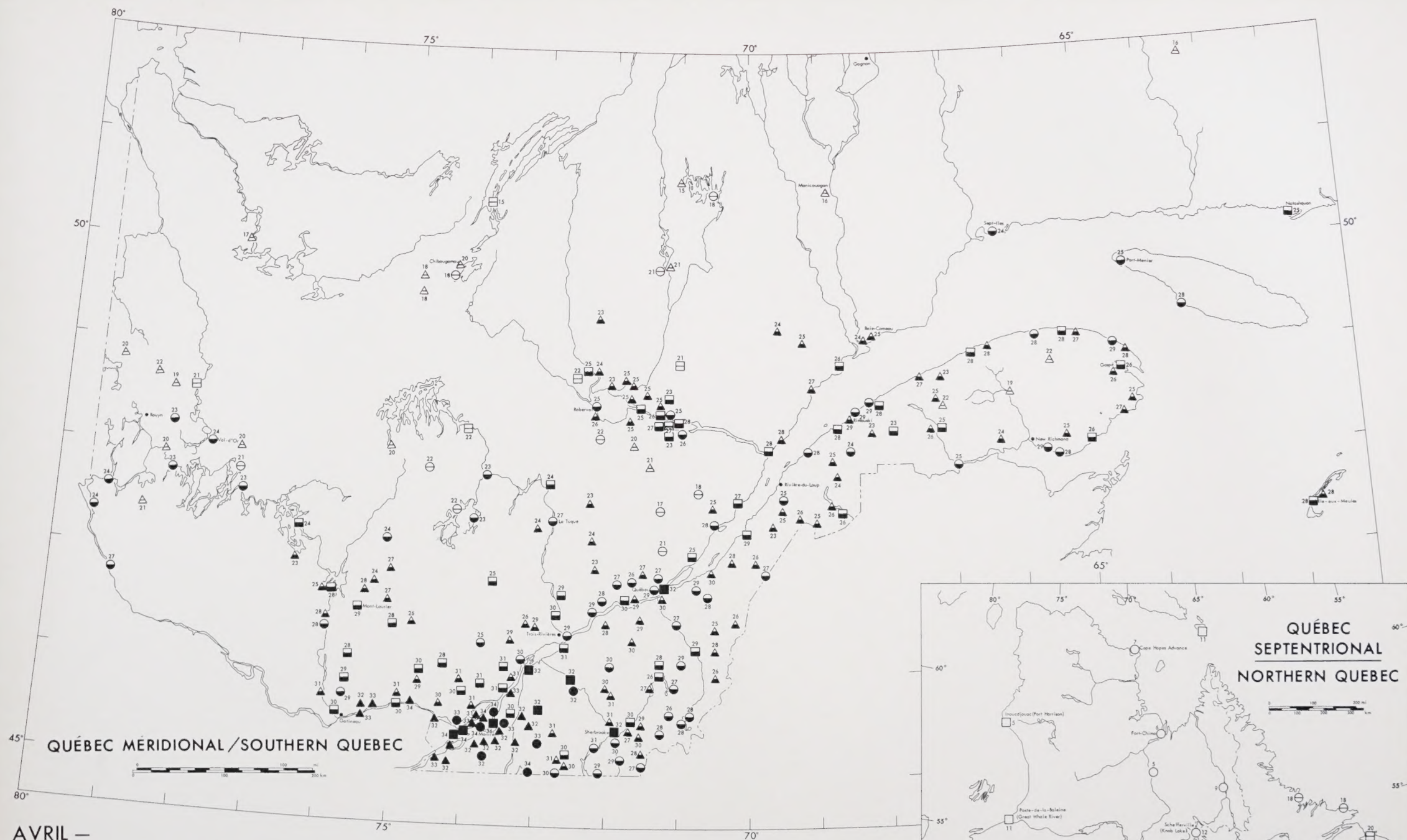


FIGURE 12 (a)



AVRIL —
MOYENNE DES TEMPÉRATURES MINIMALES QUOTIDIENNES (°F), 1931 — 1960
APRIL — MEAN DAILY MINIMUM TEMPERATURE (°F), 1931 — 1960

À partir des températures normales de 1931 à 1960 et des données des stations supplémentaires de 1957 à 1966, adaptées à période normale.

Based on the 1931-60 normals and data from supplementary stations for 1957-66, adjusted to the normal period.

Période d'observation (ans) / Period of observation (years)			
(Codes 1,2)	(Codes 3-7)	(Codes 8,9)*	
25-30	10-24	<10	
41°F	■	●	5°C
32°F	■	●	0°C
23°F	■	●	-5°C
14°F	■	●	-10°C
5°F	■	●	-15°C

*y compris les stations supplémentaires/ including supplementary stations

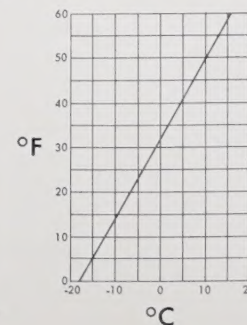


FIGURE 12 (b)

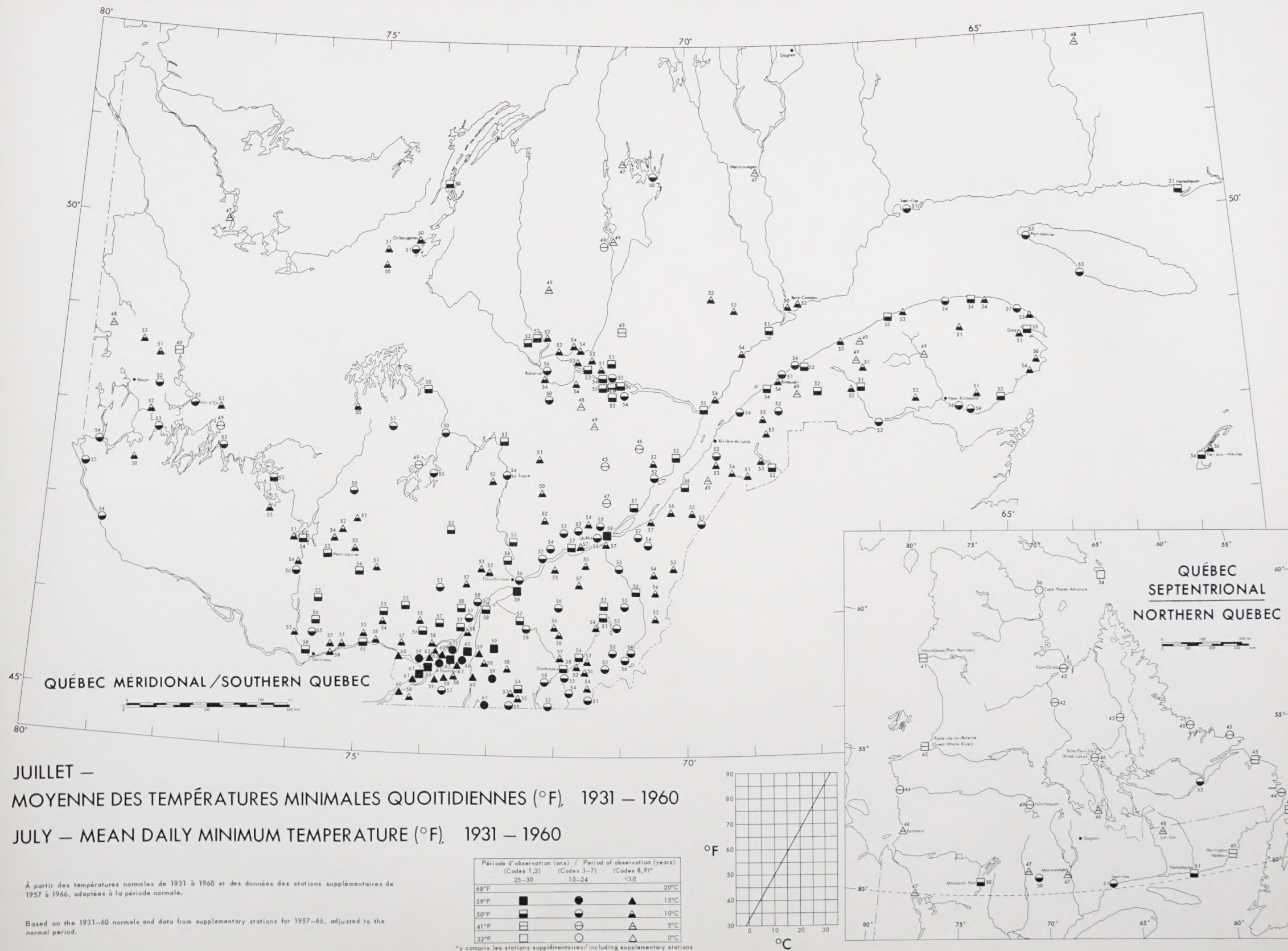
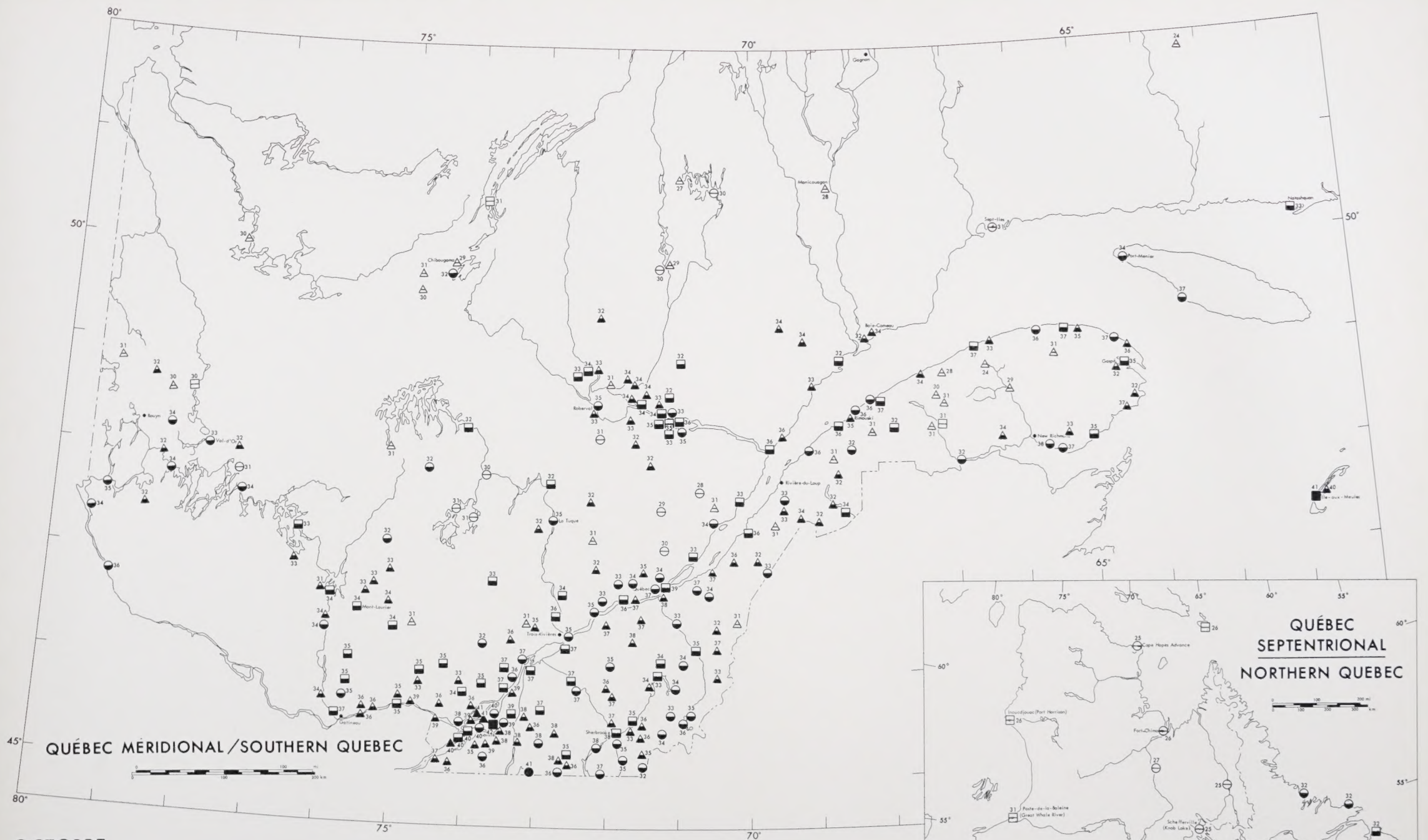


FIGURE 12 (c)



OCTOBRE —
MOYENNE DES TEMPÉRATURES MINIMALES QUOTIDIENNES (°F), 1931 — 1960

OCTOBER — MEAN DAILY MINIMUM TEMPERATURE (°F), 1931 — 1960

À partir des températures normales de 1931 à 1960 et des données des stations supplémentaires de 1957 à 1966, adaptées à la période normale.

Based on the 1931–60 normals and data from supplementary stations for 1957–66, adjusted to the normal period.

Période d'observation (ans) / Period of observation (years)		
(Codes 1,2)	(Codes 3–7)	(Codes 8,9)*
25–30	10–24	<10
50°F	■	●
41°F	■	▲
32°F	■	▲
23°F	■	▲

*y compris les stations supplémentaires/ including supplementary stations

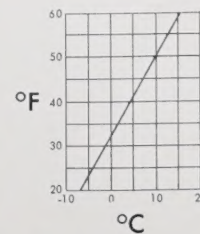
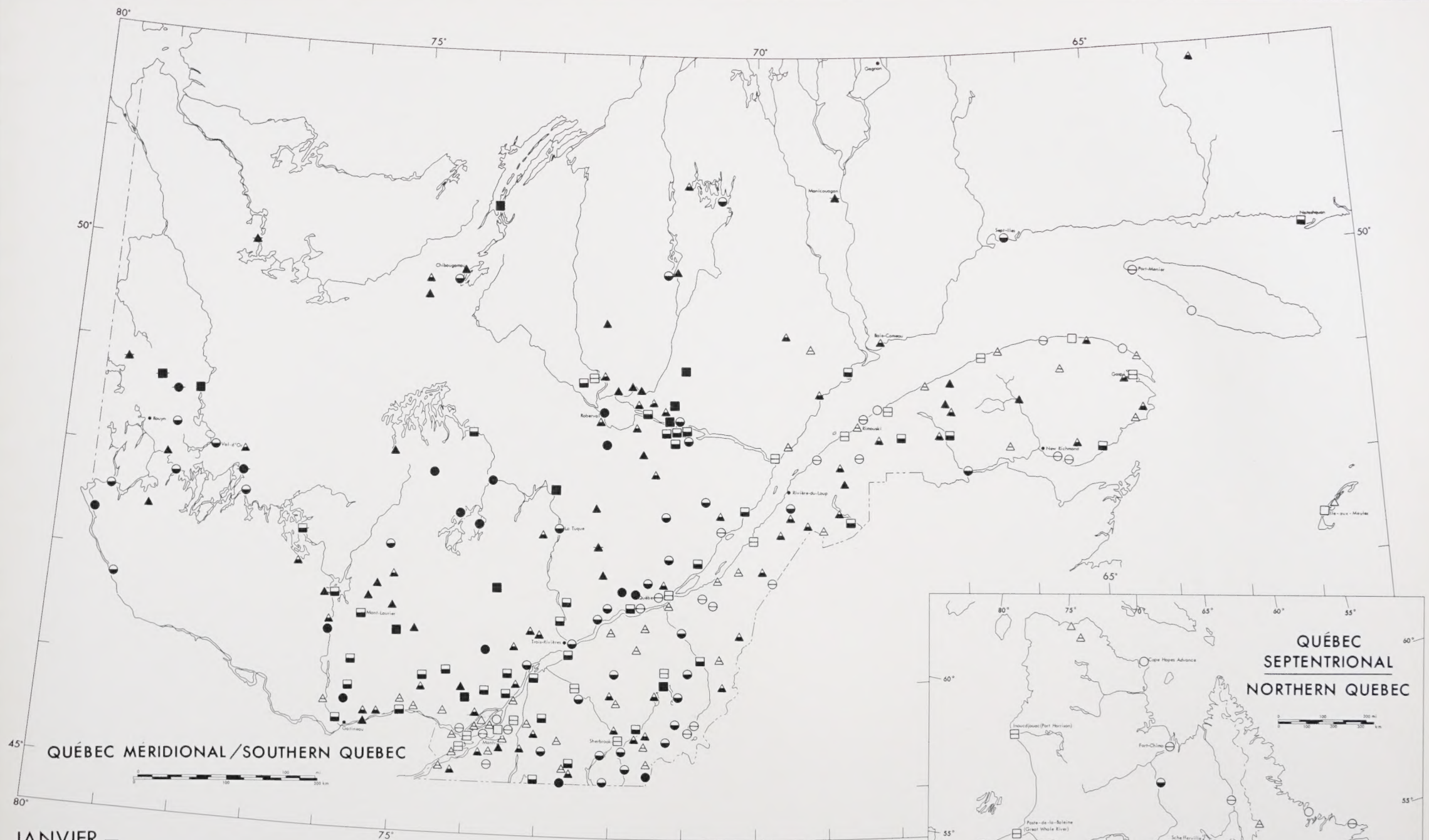


FIGURE 12 (d)



JANVIER —
AMPLITUDE QUOTIDIENNE MOYENNE DE LA TEMPÉRATURE 1931 — 1960

JANUARY —
MEAN DAILY RANGE OF TEMPERATURE

Période d'observation	5,0-7,4 °C	7,5-9,9 °C	10,0-12,4 °C	12,5-14,9 °C	15,0-17,4 °C	Period of observation
25 à 30 ans à l'intérieur de la période 1931-1960	□	▣	■	■	■	25 to 30 years within the period 1931-1960
(a) 10 à 24 ans à l'intérieur de la période 1931-1960	○	◐	◑	●	●	(a) 10 to 24 years within the period 1931-1960
(b) période de 10 ans ou comprise entre 1951-1960 ou se terminant après 1960, ajustée à la période de 1931-1960	○	◐	◑	●	●	(b) 10-year period, either 1951-1960 or ending in the 1960's, adjusted to the period 1960
Moins de 10 ans	△	△	△	△	△	Less than 10 years
	9,0-13,4 °F	13,5-17,9 °F	18,0-22,4 °F	22,5-26,9 °F	27,0-31,4 °F	

1,0°C = 1,8°F

À partir des températures normales de 1931 à 1960 et des données des stations
supplémentaires de 1957 à 1966, adaptées à la période normale.

Based on the 1931-60 normals and data from supplementary stations for 1957-66,
adjusted to the normal period.

FIGURE 13 (a)

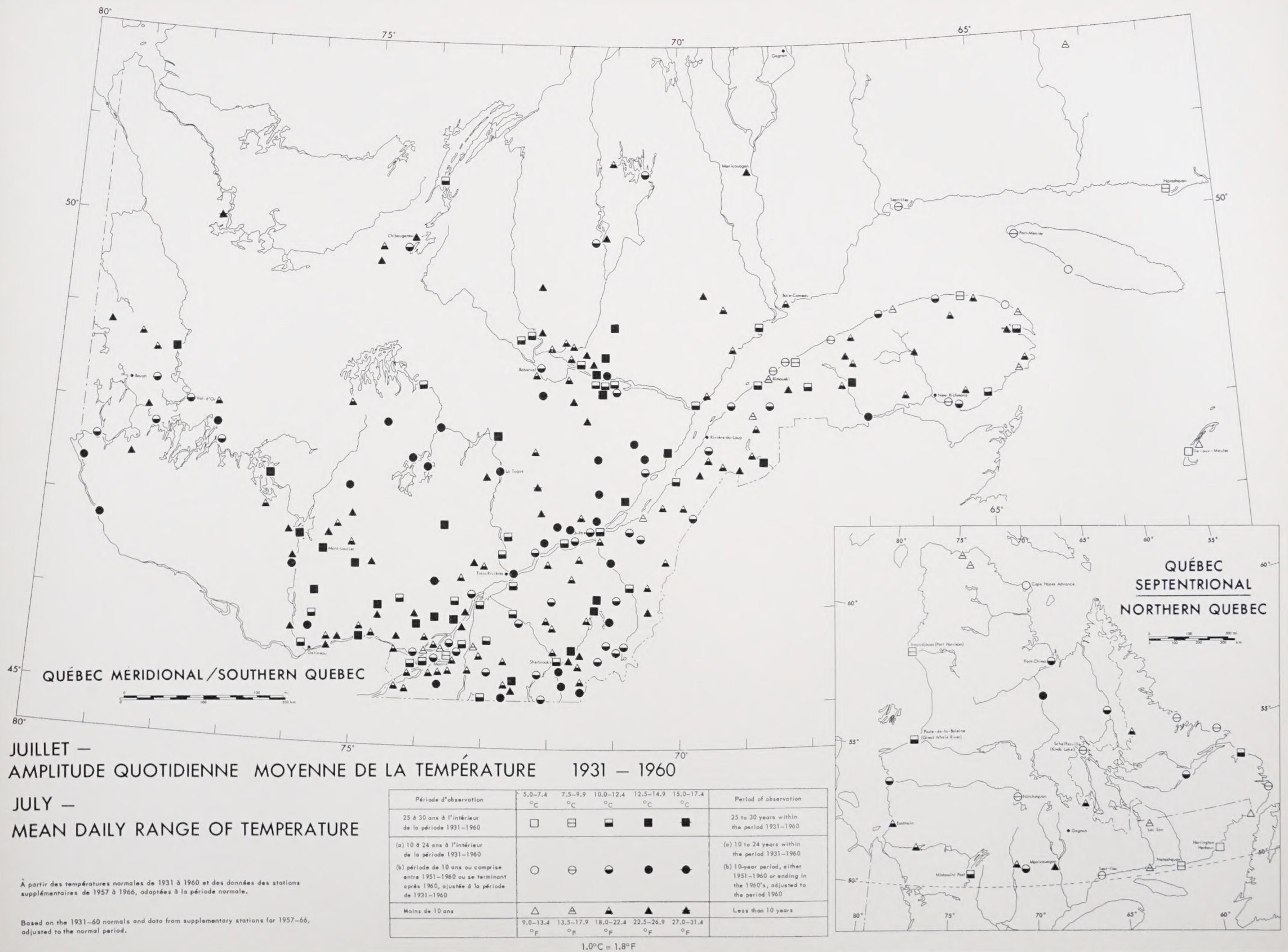
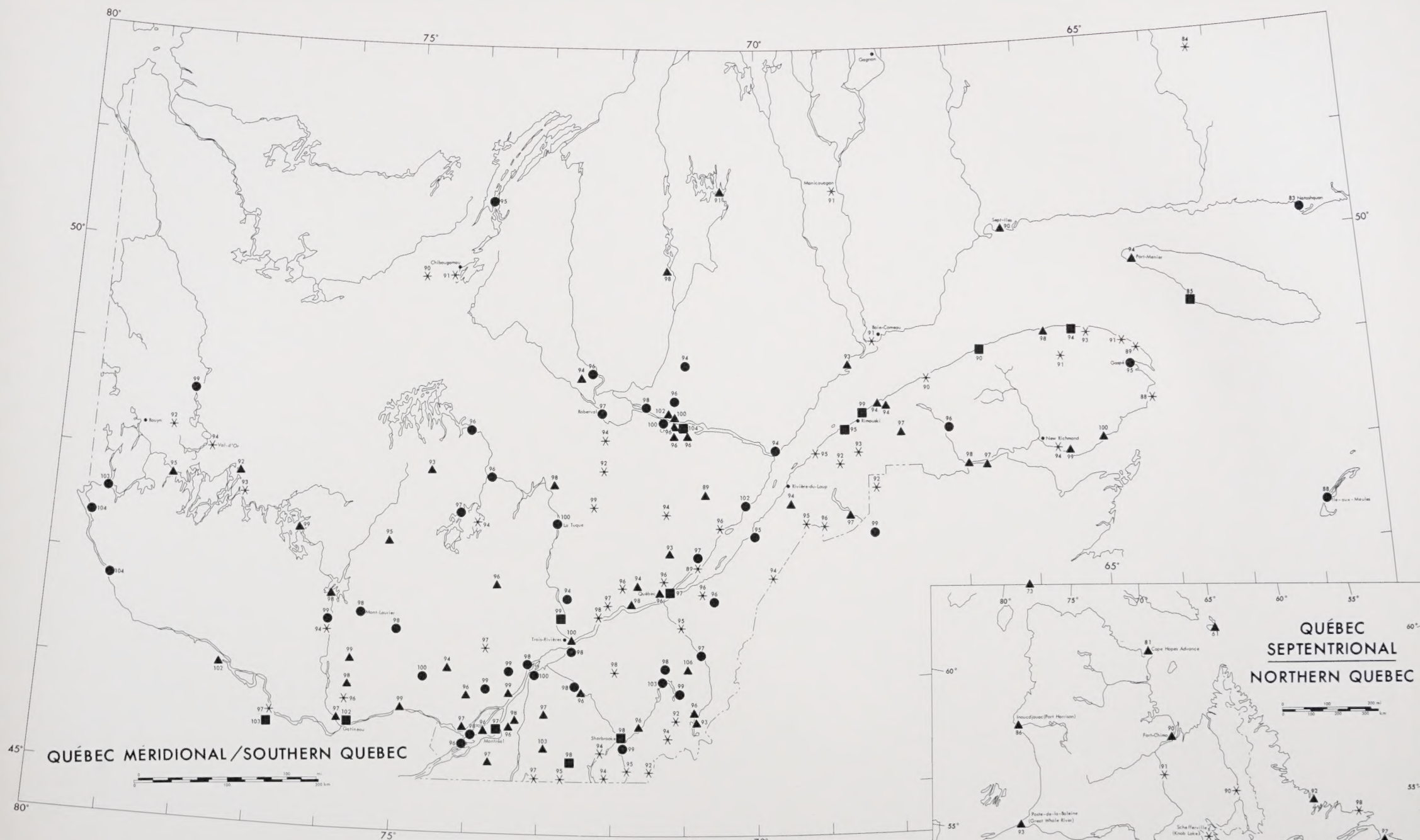


FIGURE 13 (b)



TEMPÉRATURE MAXIMALE EXTRÊME ENREGISTRÉE (°F)
(JUSQU'À LA FIN DE 1966)

EXTREME HIGHEST TEMPERATURE ON RECORD (°F)
(THROUGH 1966)

Stations	
Période	Period
60 ans et plus	60 years and over
40 à 59 ans	40 to 59 years
20 à 39 ans	20 to 39 years
10 à 19 ans	10 to 19 years

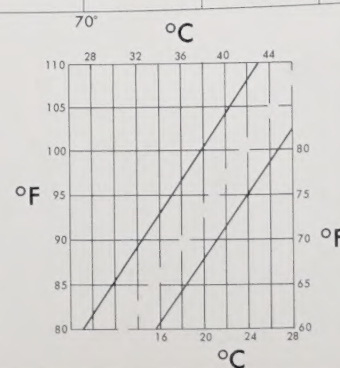


FIGURE 14 (a)

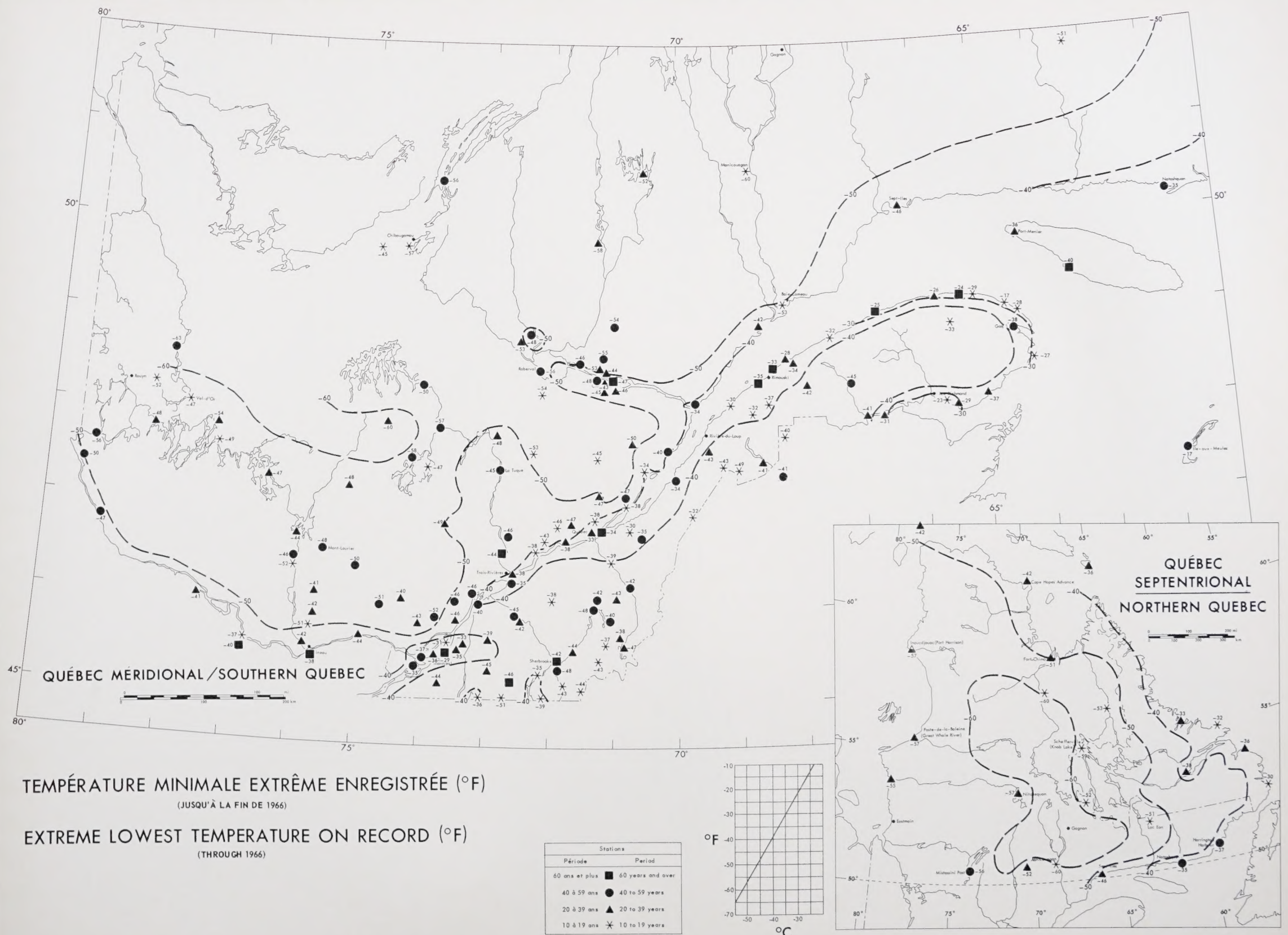
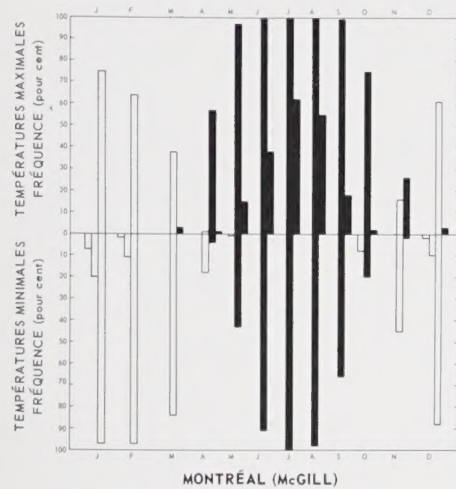
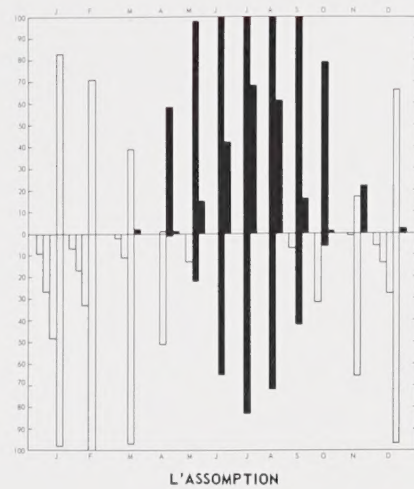


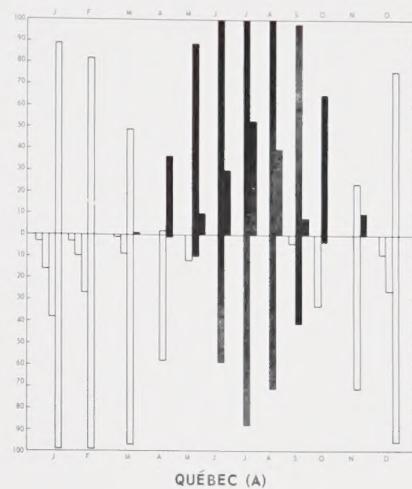
FIGURE 14 (b)



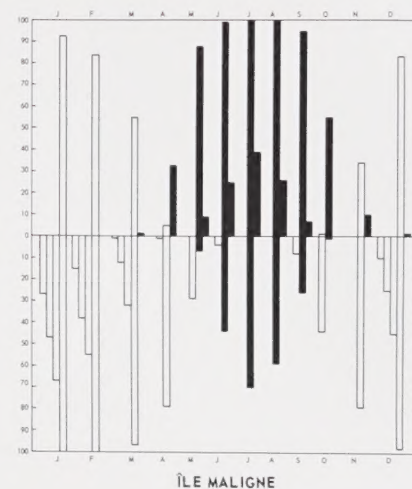
MONTREAL (McGILL)



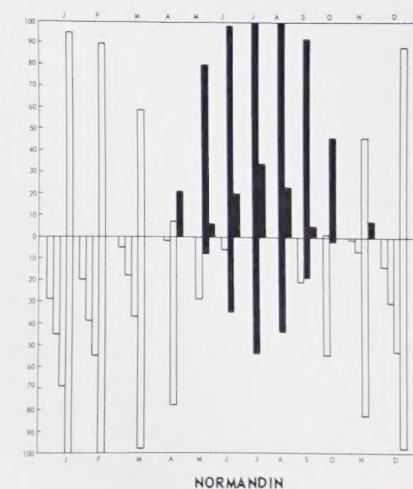
L'ASSOMPTION



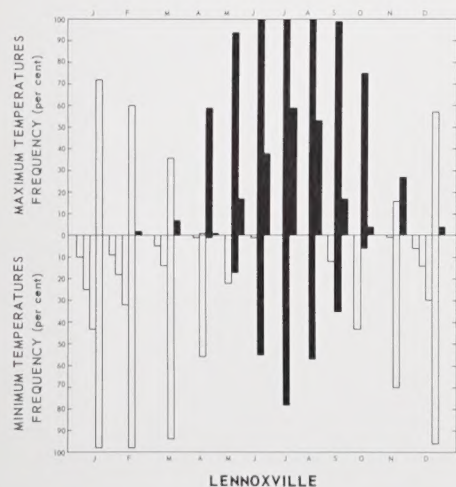
QUÉBEC (A)



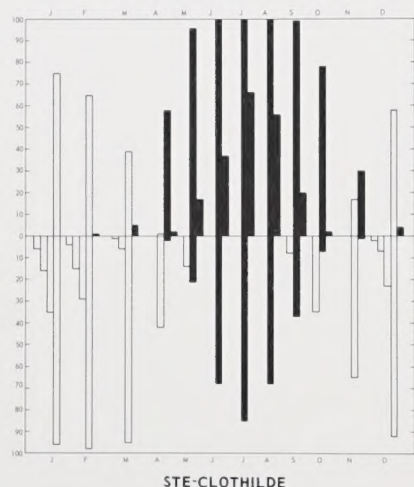
ÎLE MALIGNÉ



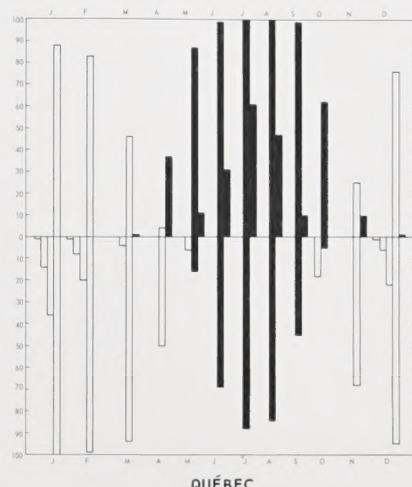
NORMANDIN



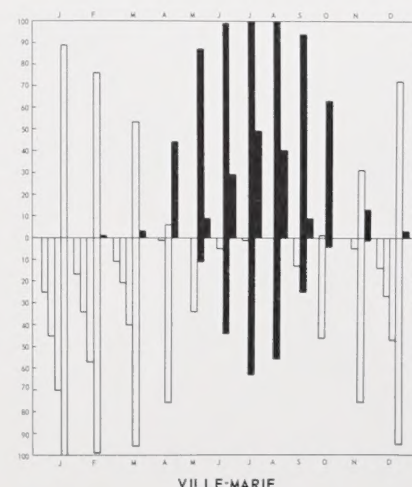
LENNOXVILLE



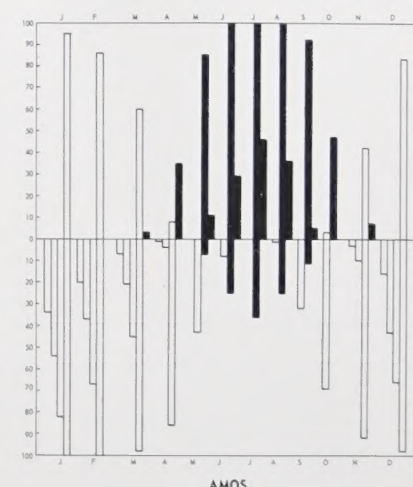
STE-CLOTHILDE



QUÉBEC



VILLE-MARIE

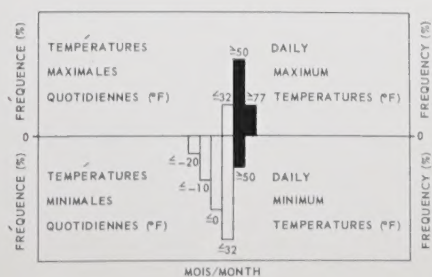


AMOS

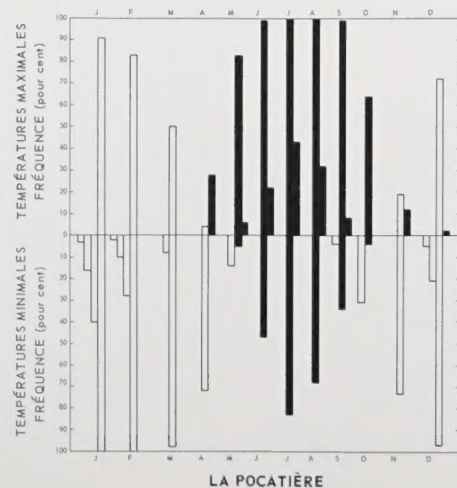
1951 — 1960

FRÉQUENCE DES TEMPÉRATURES MAXIMALES ET MINIMALES QUOTIDIENNES
ÉGALES OU SUPÉRIEURES OU INFÉRIEURES À CERTAINS SEUILS, PAR MOIS.
(pour cent)

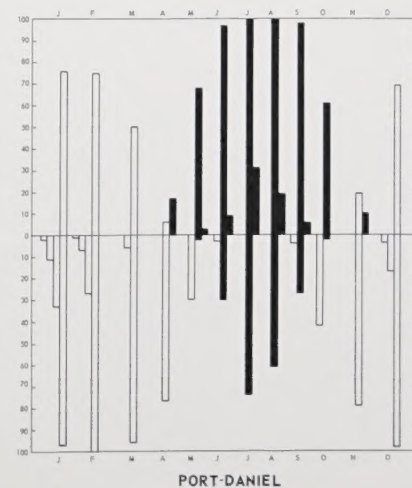
FREQUENCY OF DAILY MAXIMUM AND MINIMUM TEMPERATURES
EQUAL TO OR ABOVE OR BELOW CERTAIN THRESHOLDS, BY MONTH.
(per cent)



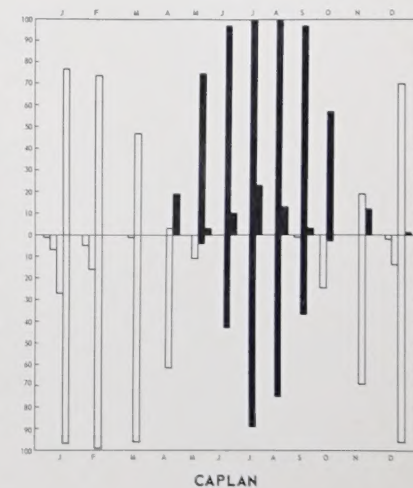
°F	°C
77	25.0
50	10.0
32	0.0
0	-17.8
-10	-23.3
-20	-28.9



LA POCATIÈRE



PORT-DANIEL



CAPLAN

FIGURE 15

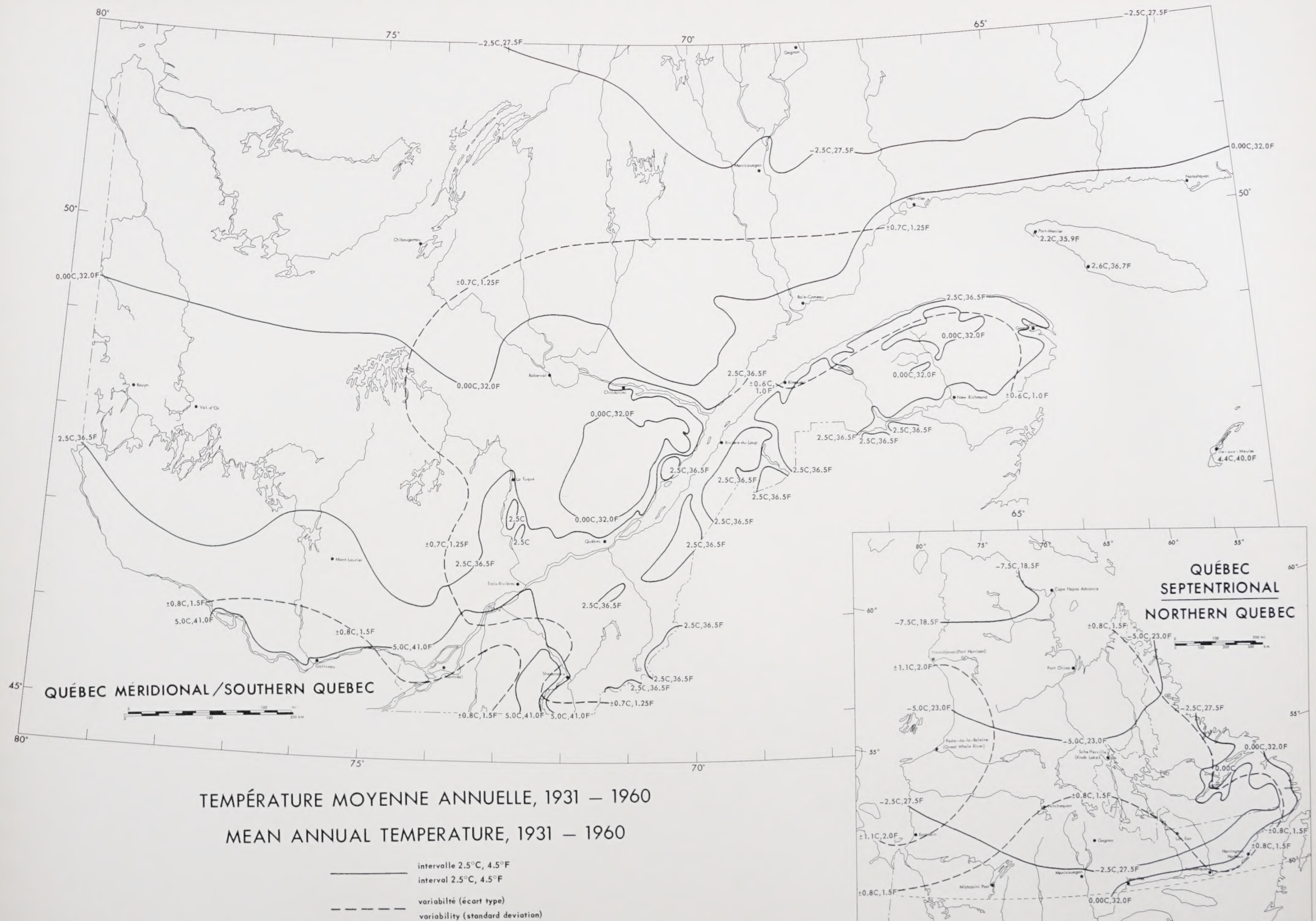


FIGURE 16

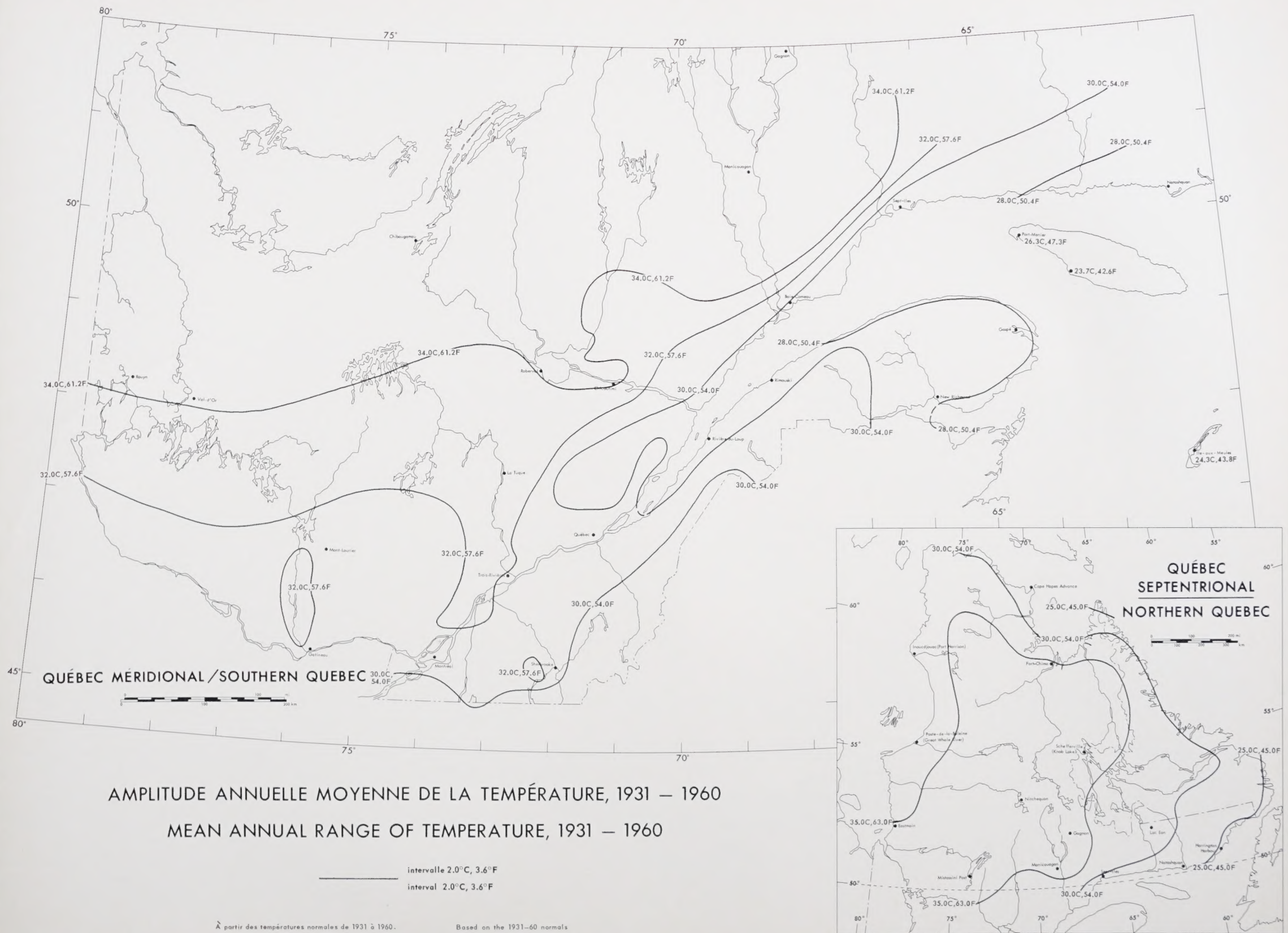
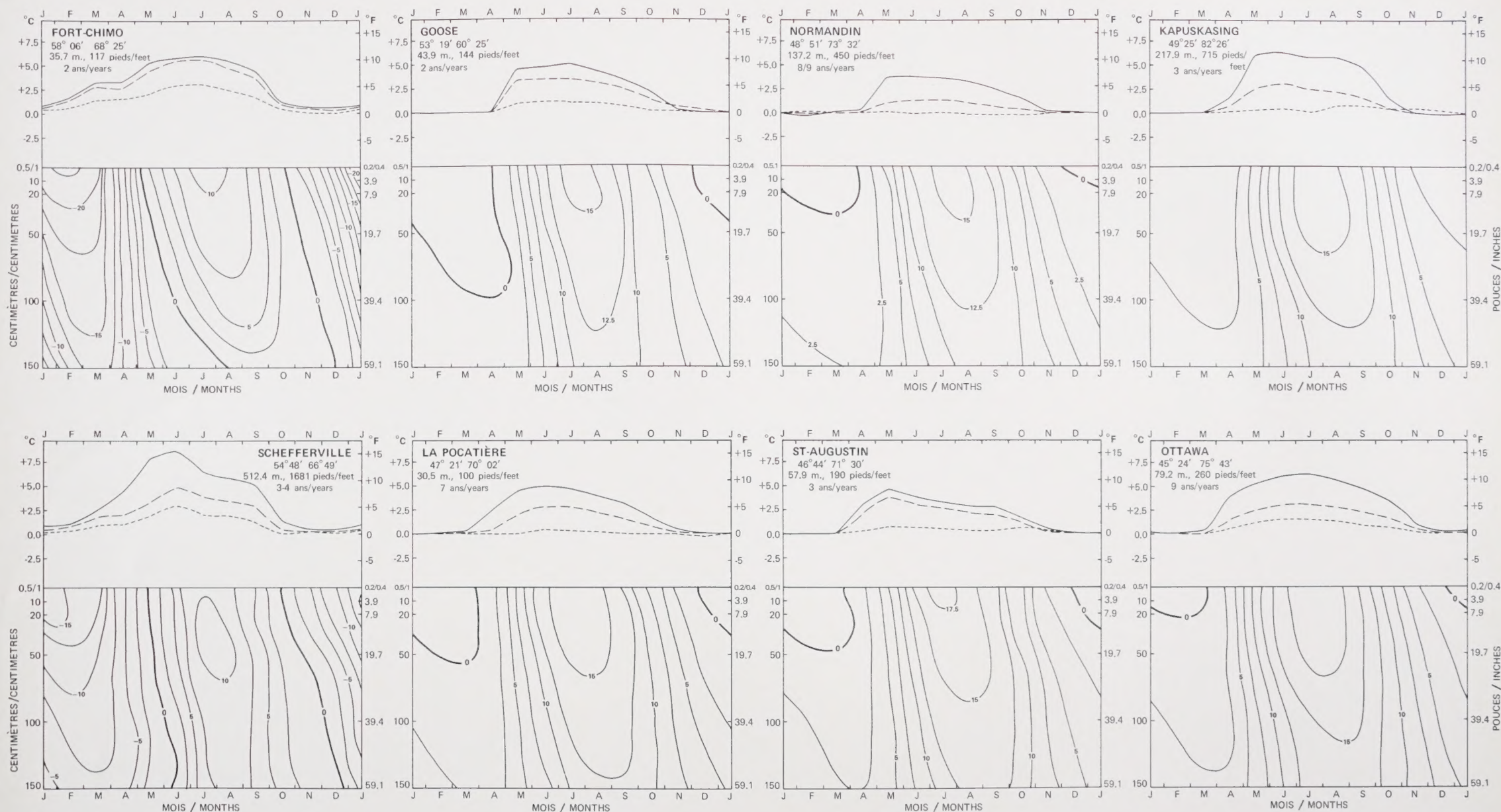


FIGURE 17



1960 - 1968

MOYENNES MENSUELLES DES TEMPÉRATURES
DANS LE SOL (°C) — OBSERVATIONS DU MATIN

MEAN MONTHLY SOIL TEMPERATURES (°C)
MORNING OBSERVATION

ET
AMPLITUDE MOYENNE QUOTIDIENNE

AND
MEAN DAILY AMPLITUDE

(Différence entre les observations de l'après-midi et celles du matin).

(P.M. — A.M. observation).

À 3 PROFONDEURS: 0.5/1 cm. ——— 0.2/0.4 pouces
10 cm. ——— 3.9 pouces
20 cm. ——— 7.9 pouces

AT 3 DEPTHS: 0.5/1 cm. ——— 0.2/0.4 inches
10 cm. ——— 3.9 inches
20 cm. ——— 7.9 inches

En partie basées sur les données publiées par D. Aston, CDS 5-69, La Direction de la Météorologie du Canada.
Based partly on data published by D. Aston, CDS 5-69, Canadian Meteorological Branch.

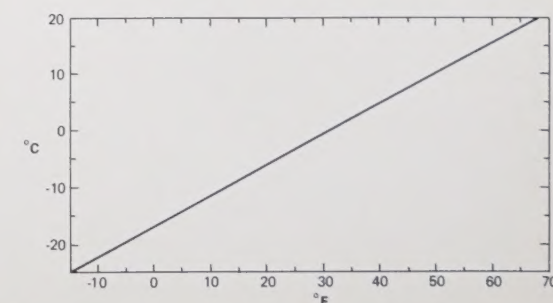


FIGURE 18

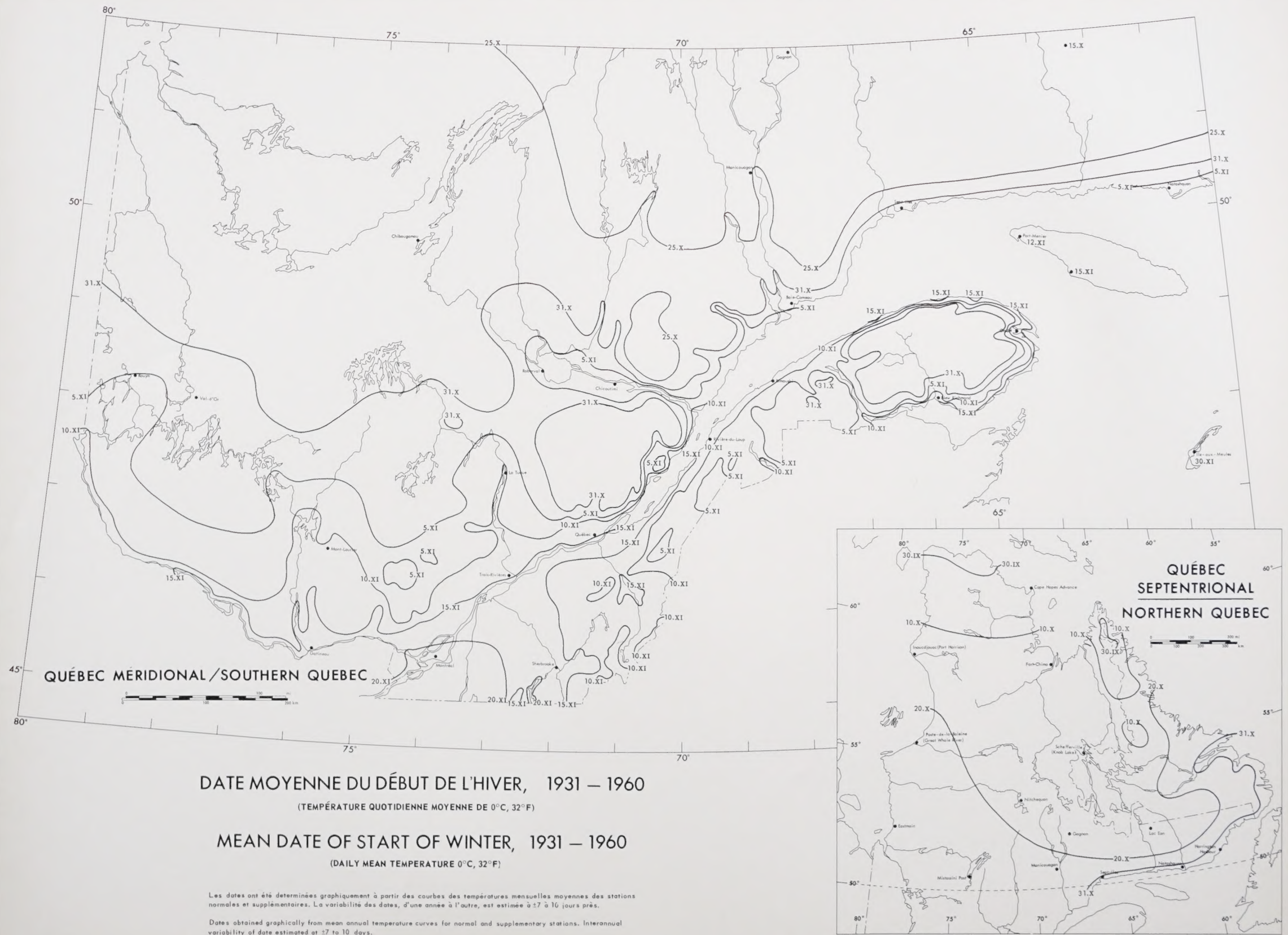


FIGURE 19 (a)

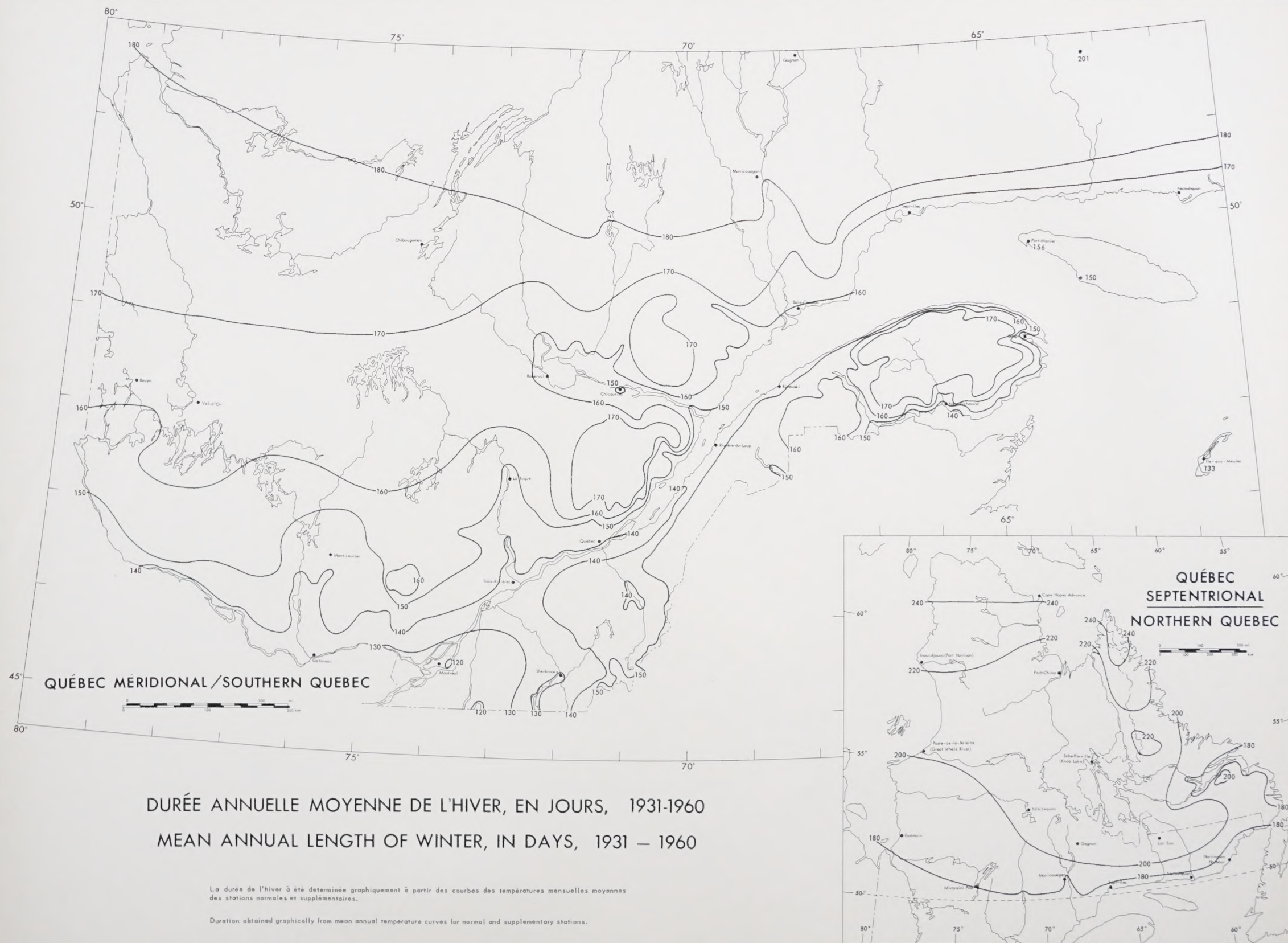
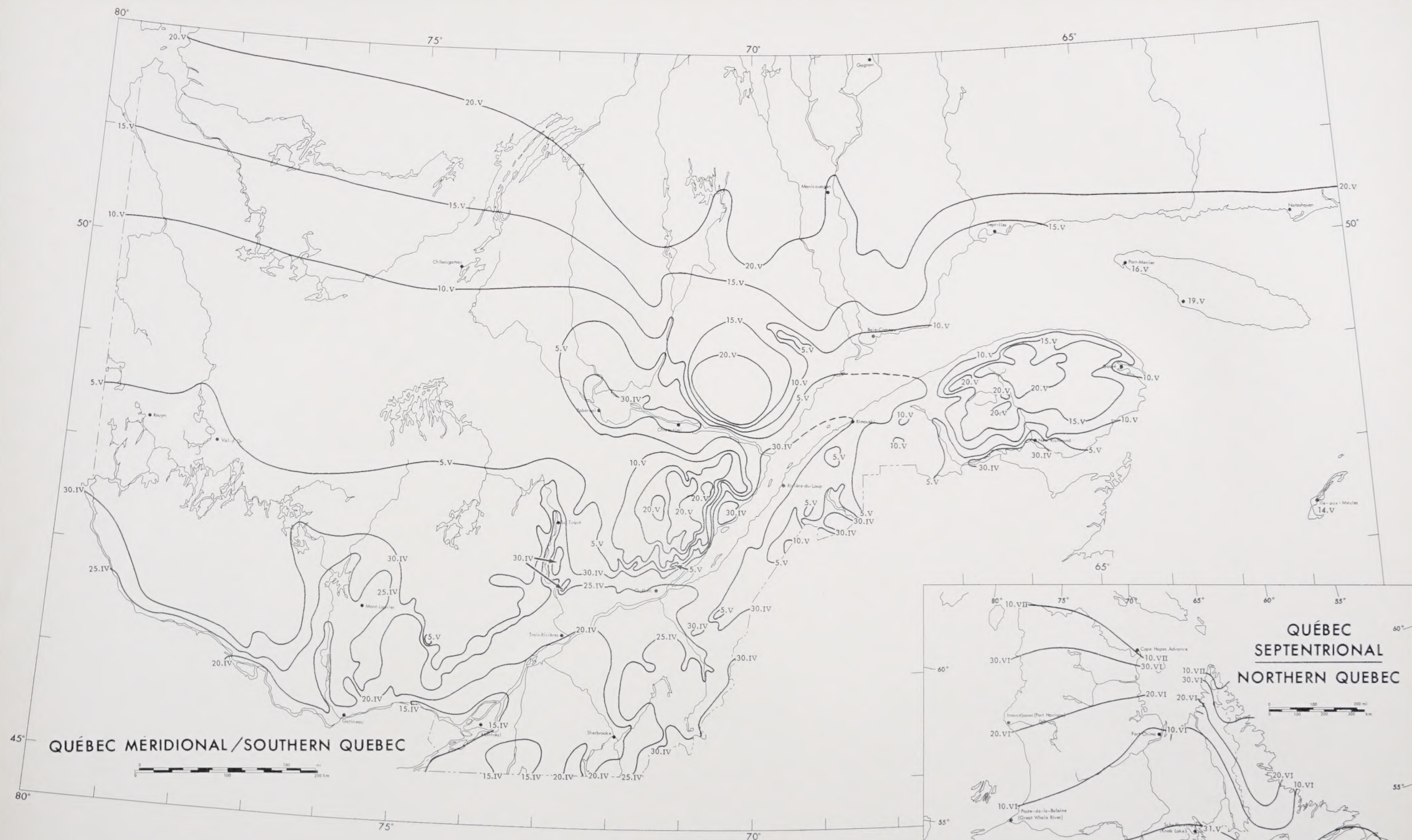


FIGURE 19 (c)



DATE MOYENNE DU DÉBUT DE LA SAISON DE CROISSANCE, 1931 – 1960

(TEMPÉRATURE MOYENNE QUOTIDIENNE 42°F, 5.6°C)

MEAN DATE OF THE START OF THE GROWING SEASON, 1931 – 1960

(DAILY MEAN TEMPERATURE 42°F, 5.6°C)

Les dates ont été déterminées graphiquement à partir des courbes des températures mensuelles moyennes des stations normales et supplémentaires. La variabilité des dates, d'une année à l'autre, est estimée à ± 7 à 10 jours près.

Dates obtained graphically from mean annual temperature curves for normal and supplementary stations. Interannual variability of date estimated at ± 7 to 10 days.

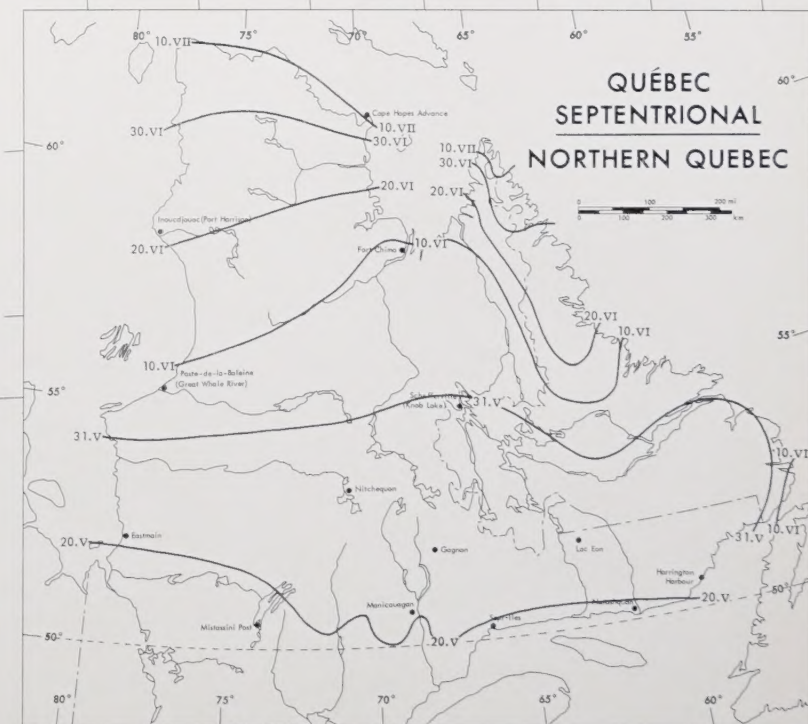
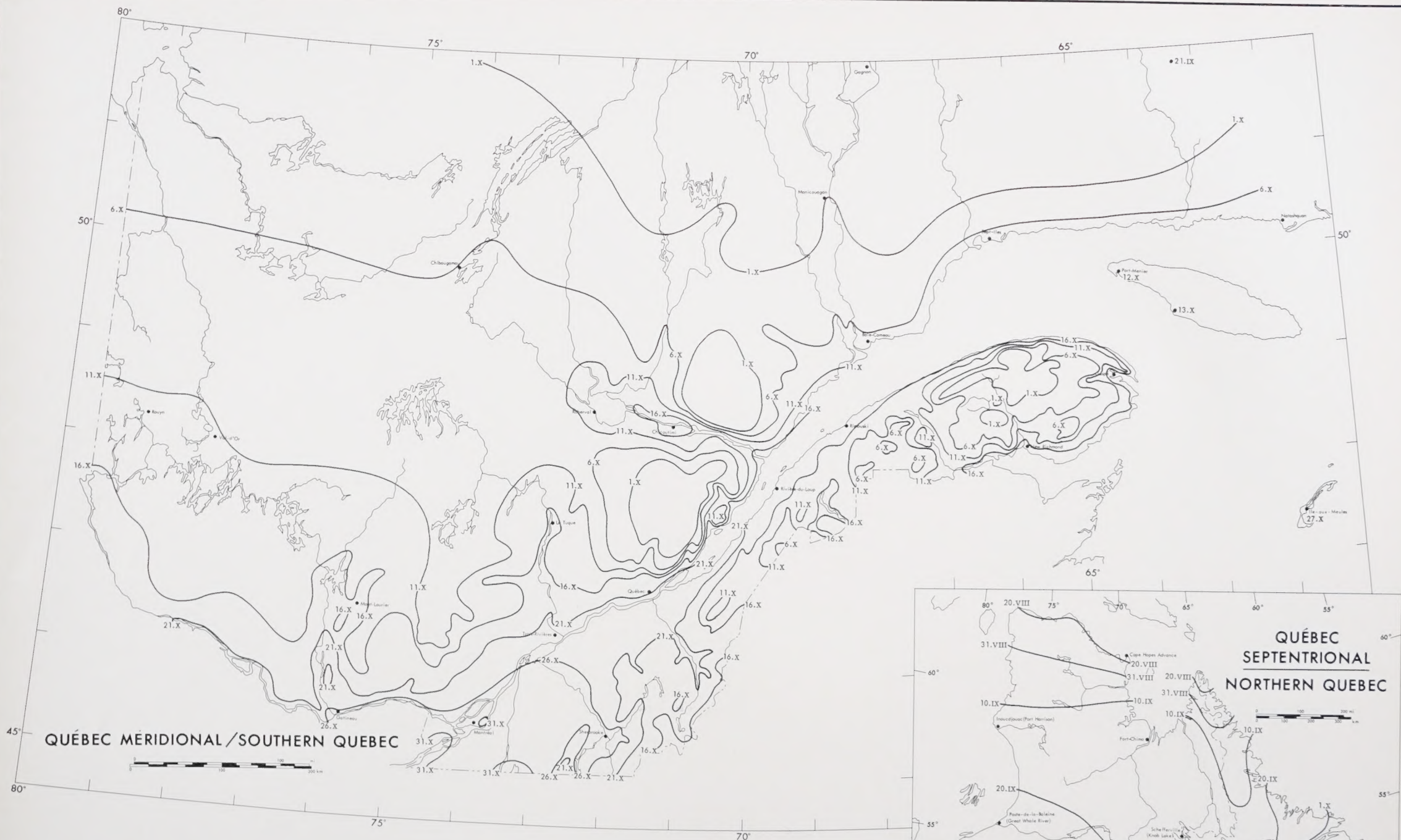


FIGURE 20 (a)



DATE MOYENNE DE LA FIN DE LA SAISON DE CROISSANCE, 1931 — 1960

(TEMPÉRATURE MOYENNE QUOTIDIENNE 42°F, 5.6°C)

MEAN DATE OF THE END OF THE GROWING SEASON, 1931 — 1960

(DAILY MEAN TEMPERATURE 42°F, 5.6°C)

Les dates ont été déterminées graphiquement à partir des courbes des températures mensuelles moyennes des stations normales et supplémentaires. La variabilité des dates, d'une année à l'autre, est estimée à ± 7 à 10 jours près.

Dates obtained graphically from mean annual temperature curves for normal and supplementary stations. Interannual variability of date estimated at ± 7 to 10 days.

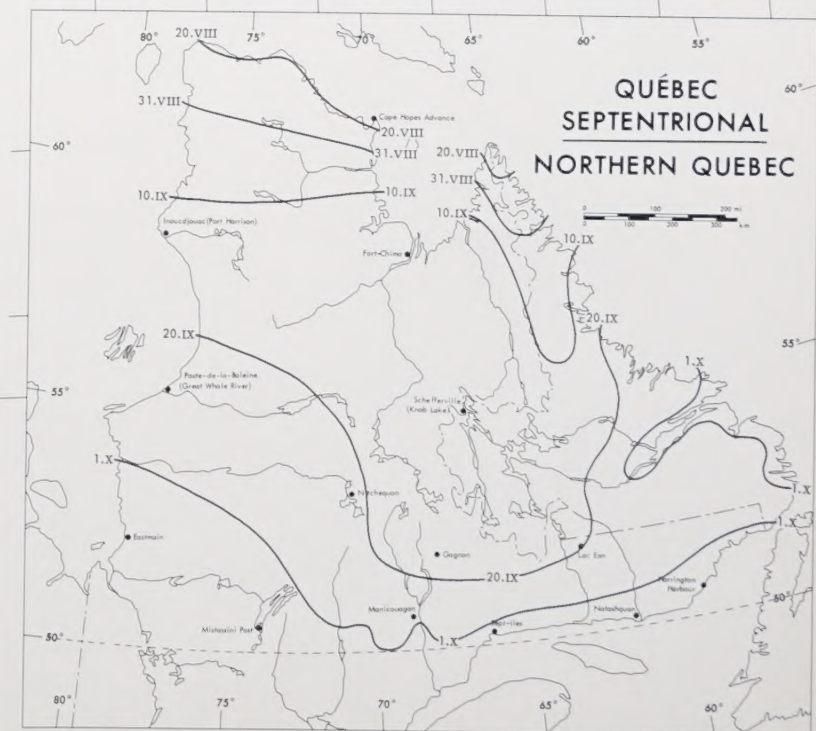


FIGURE 20 (b)

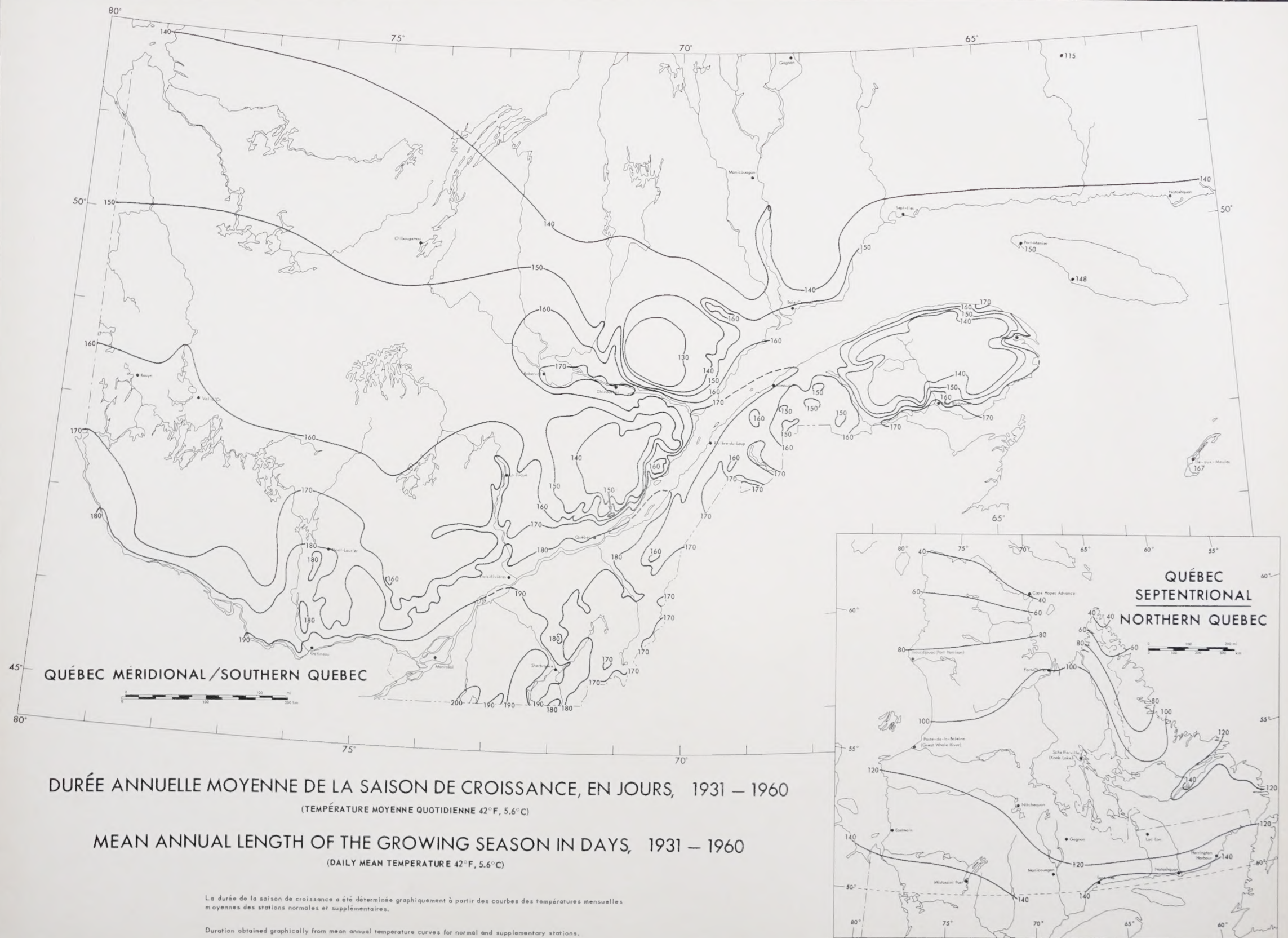


FIGURE 20 (c)

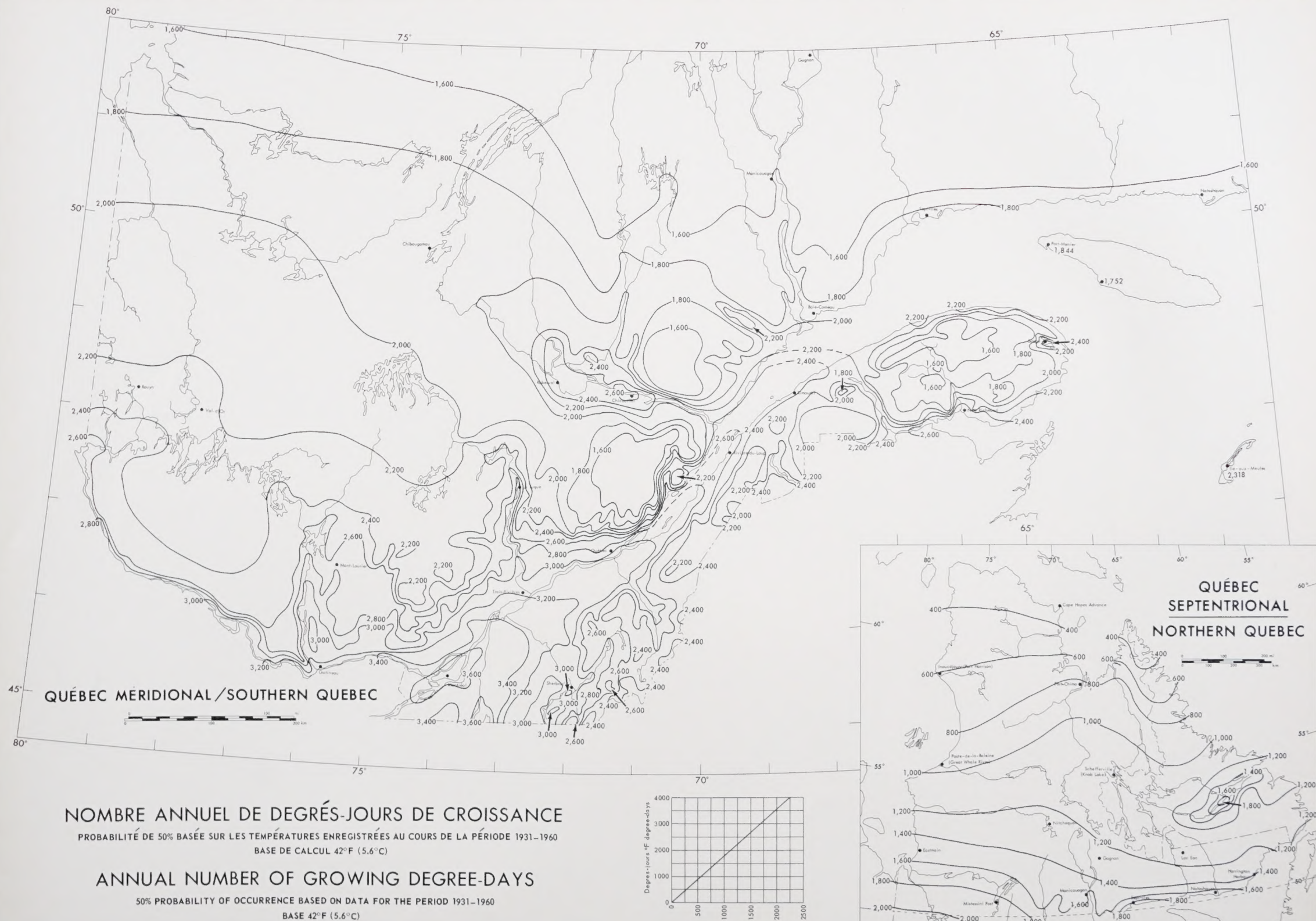


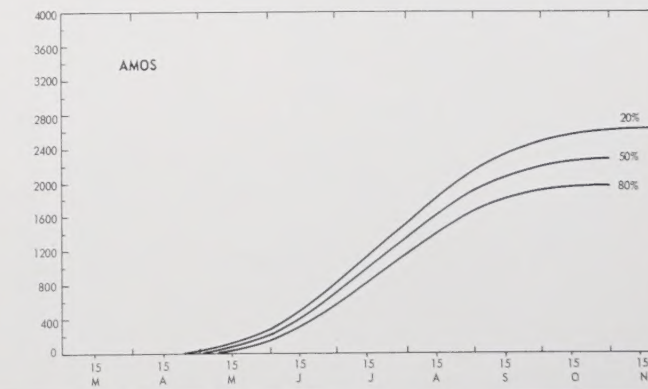
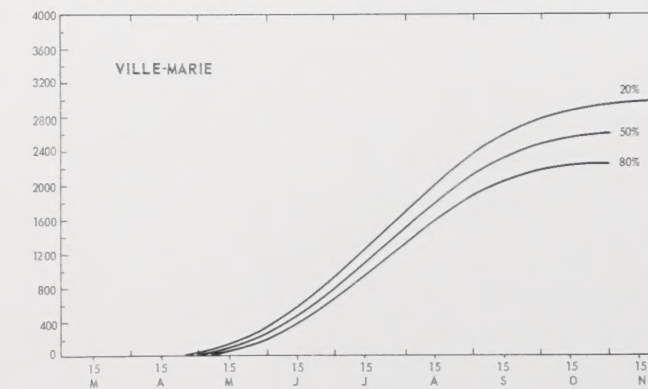
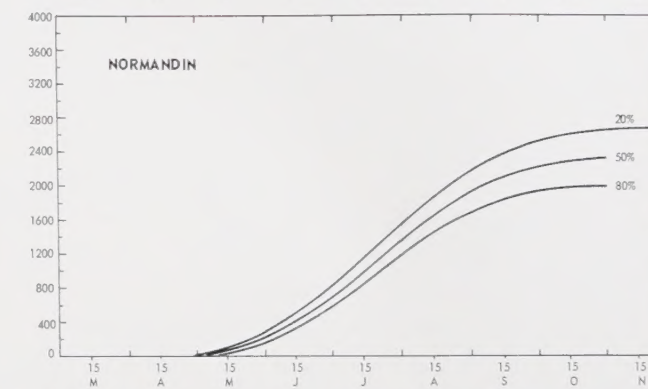
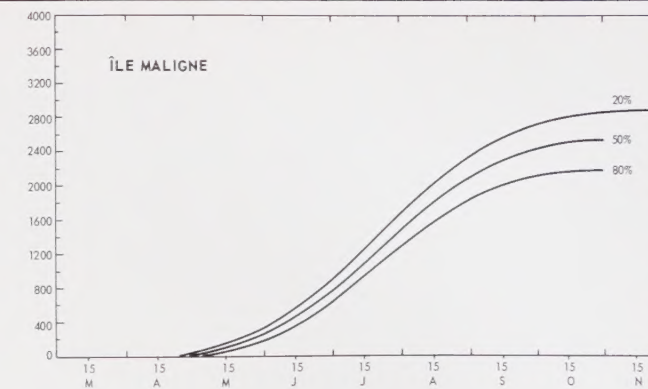
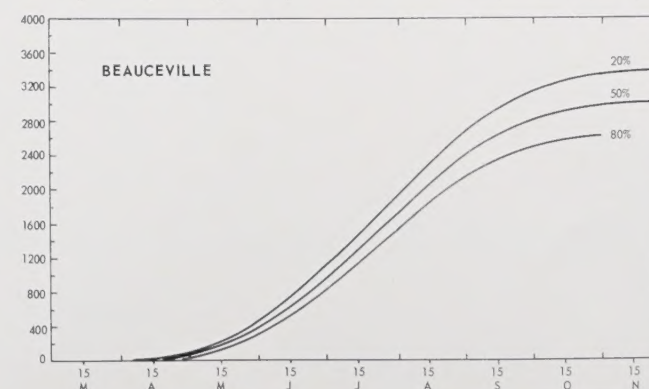
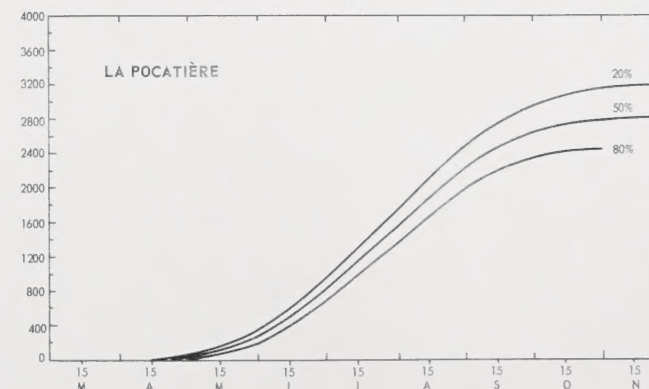
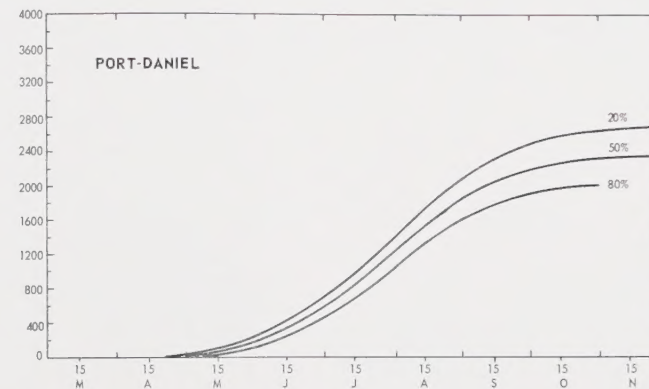
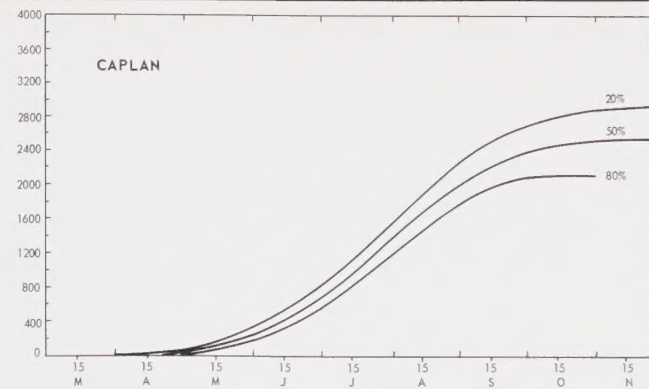
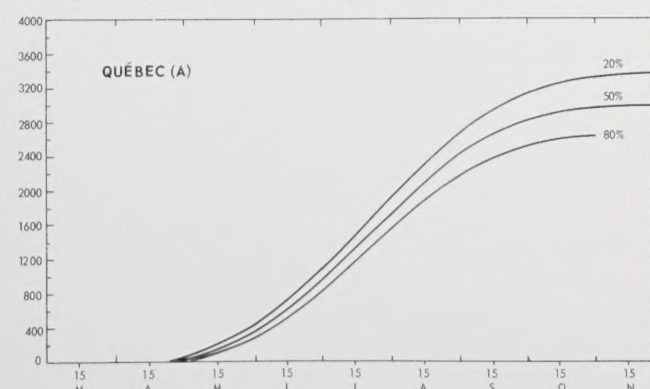
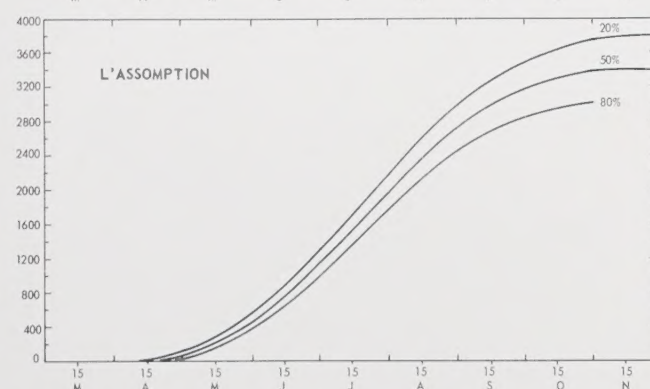
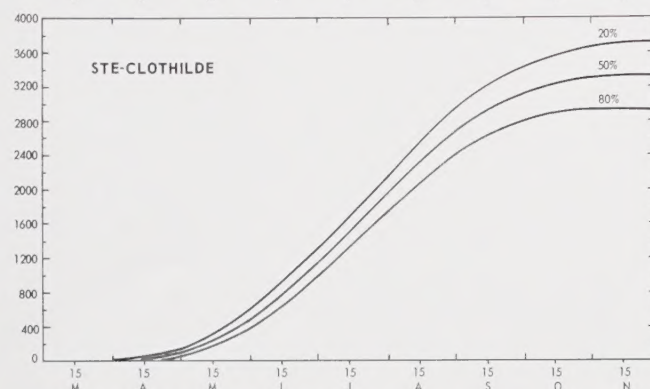
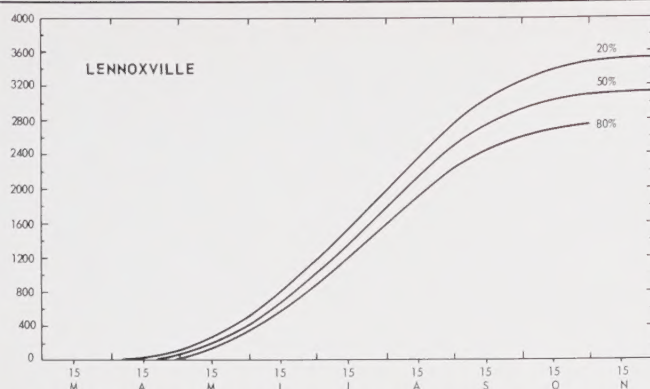
FIGURE 21

GROWING DEGREE-DAYS (°F)

(Base 42°F)

DEGRÉS-JOURS DE CROISSANCE (°F)

(Température de base 42°F)



DEGRÉS-JOURS DE CROISSANCE, température de base, 42°F (5.6°C): Nombre 1931-1960
de degrés-jours cumulatifs correspondant aux probabilités de 20, 50 et 80 pour cent.

(D'après Ouellet et Laporte)

GROWING DEGREE-DAYS above 42°F (5.6°C): Number
of accumulated degree-days for probabilities of 20, 50 and 80 per cent.

(After Ouellet and Laporte)

FIGURE 22

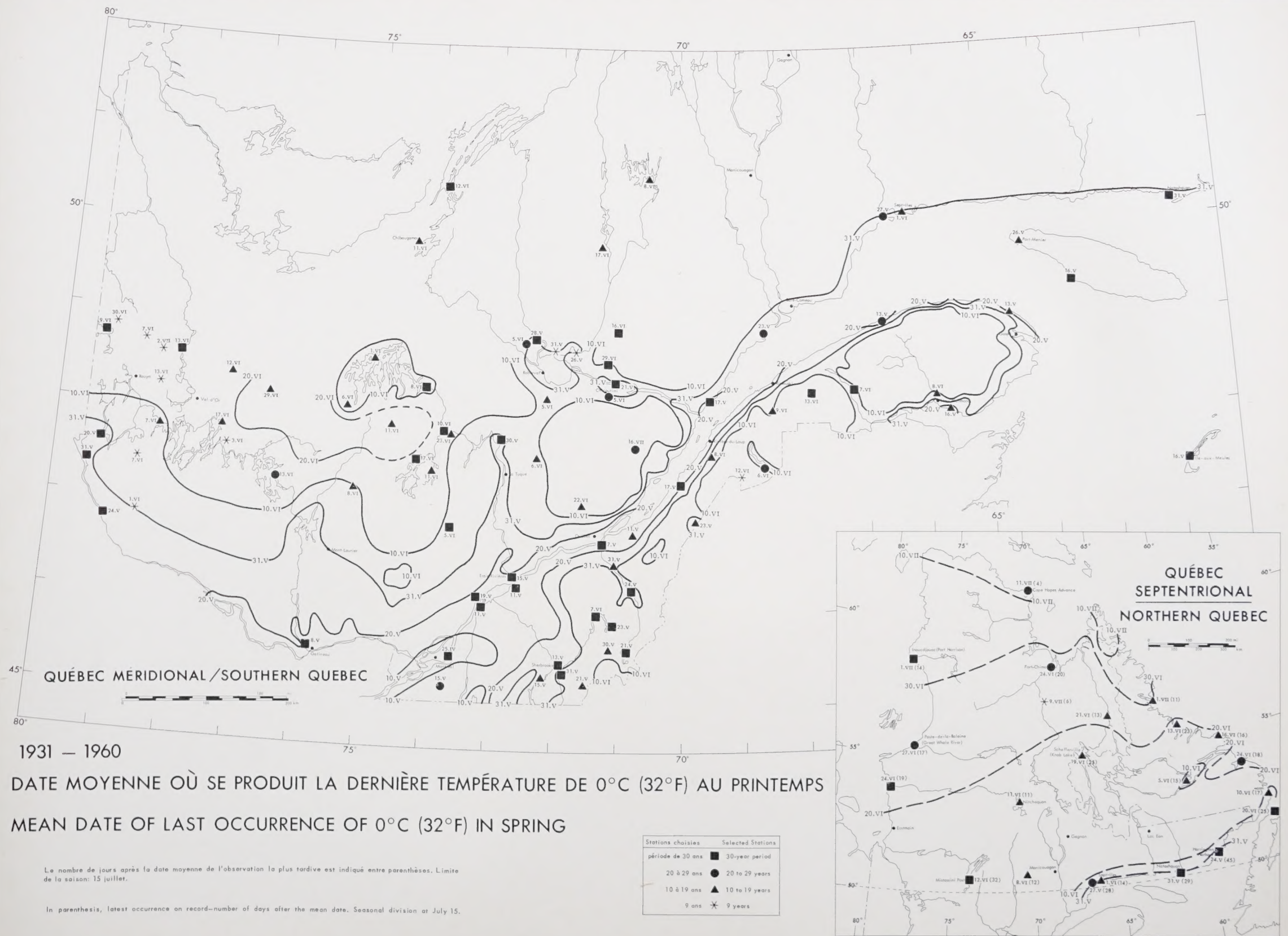
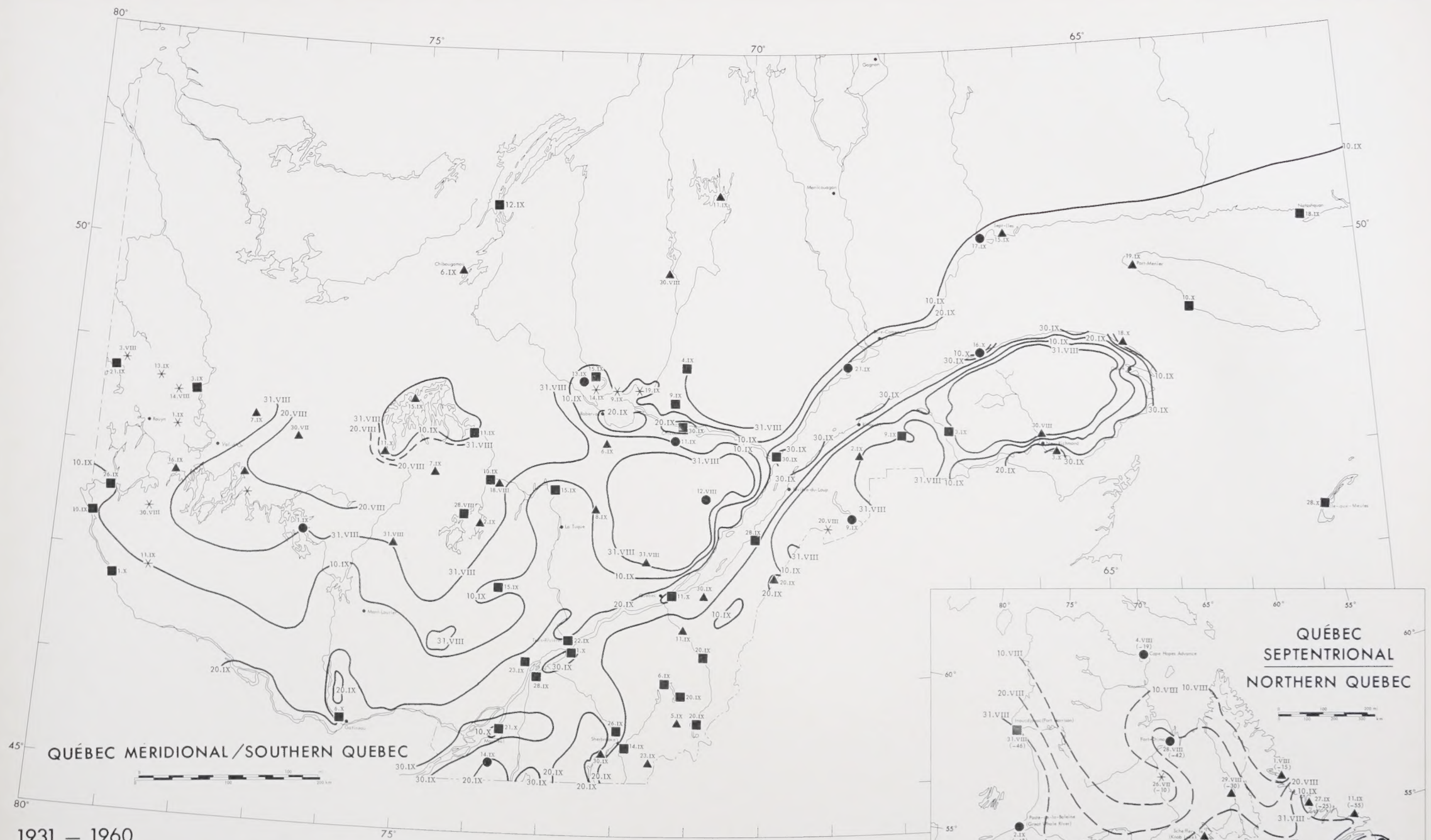


FIGURE 23 (a)



1931 — 1960

DATE MOYENNE OÙ SE PRODUIT LA PREMIÈRE TEMPÉRATURE DE 0°C (32°F) EN AUTOMNE

MEAN DATE OF FIRST OCCURRENCE OF 0°C (32°F) IN AUTUMN

Le nombre de jours avant la date moyenne de l'observation la plus précoce est indiqué entre parenthèses. Limite de la saison: 15 juillet.

In parenthesis, earliest occurrence on record—number of days before the mean date. Seasonal division at July 15.

Stations choisies	Selected Stations
période de 30 ans	30-year period
20 à 29 ans	20 to 29 years
10 à 19 ans	10 to 19 years
9 ans	9 years

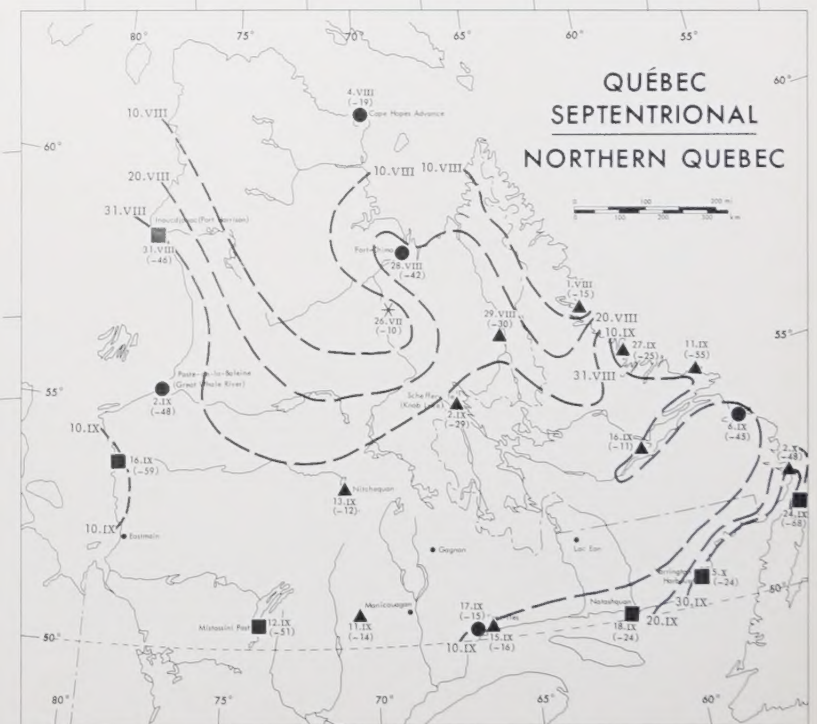
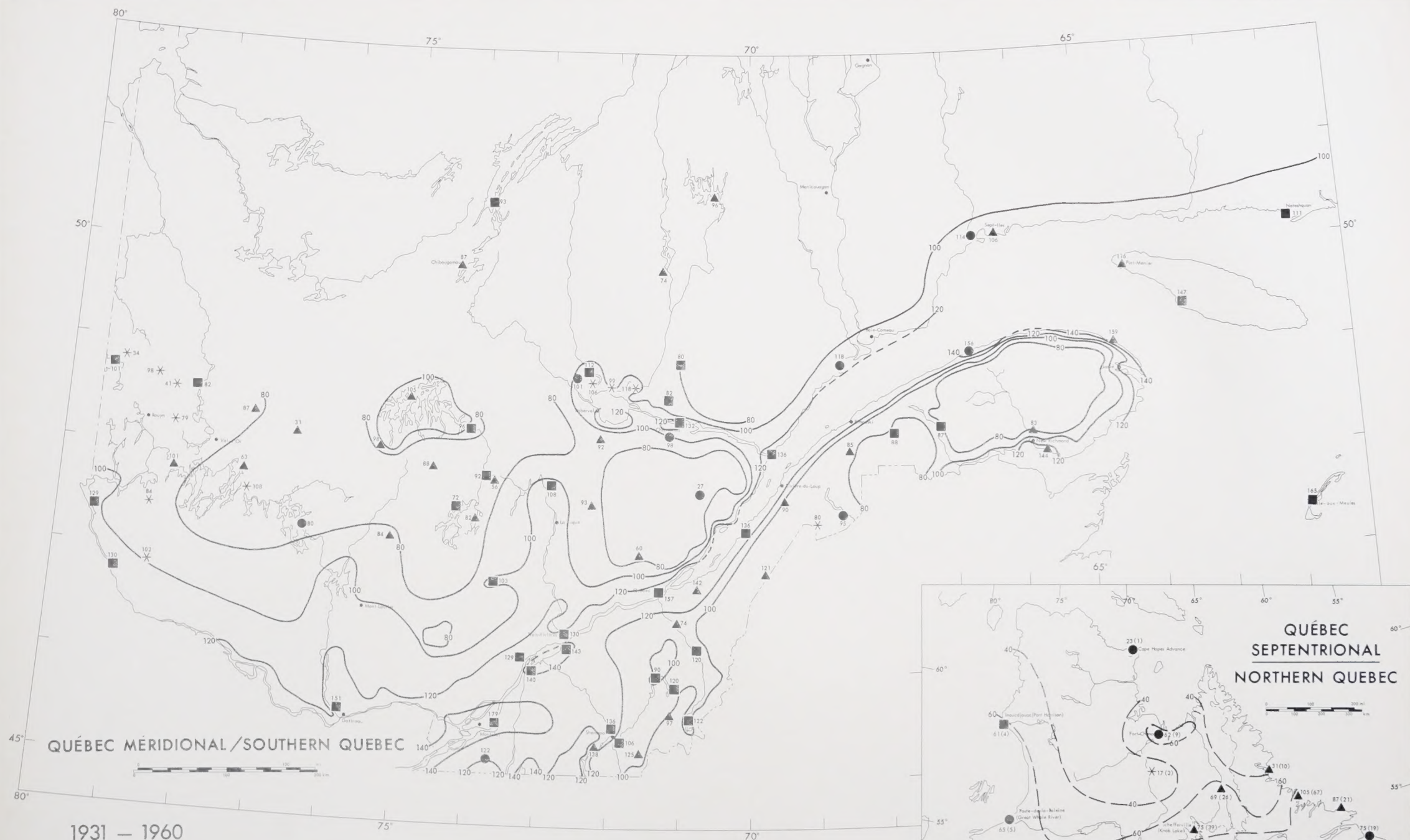


FIGURE 23 (b)



1931 — 1960

DURÉE ANNUELLE MOYENNE DE LA PÉRIODE SANS GEL, EN JOURS

(TEMPÉRATURE MINIMALE QUOTIDIENNE $>0^{\circ}\text{C}$, 32°F)

MEAN ANNUAL FREEZE-FREE PERIOD, IN DAYS

(DAILY MINIMUM TEMPERATURE $>0^{\circ}\text{C}$, 32°F)

La durée, en jours, de la plus courte saison sans gel observée est indiquée entre parenthèses.

In parenthesis, shortest freeze-free season on record, in days.

Stations choisies	Selected Stations
période de 30 ans	30-year period
20 à 29 ans	20 to 29 years
10 à 19 ans	10 to 19 years
9 ans	9 years

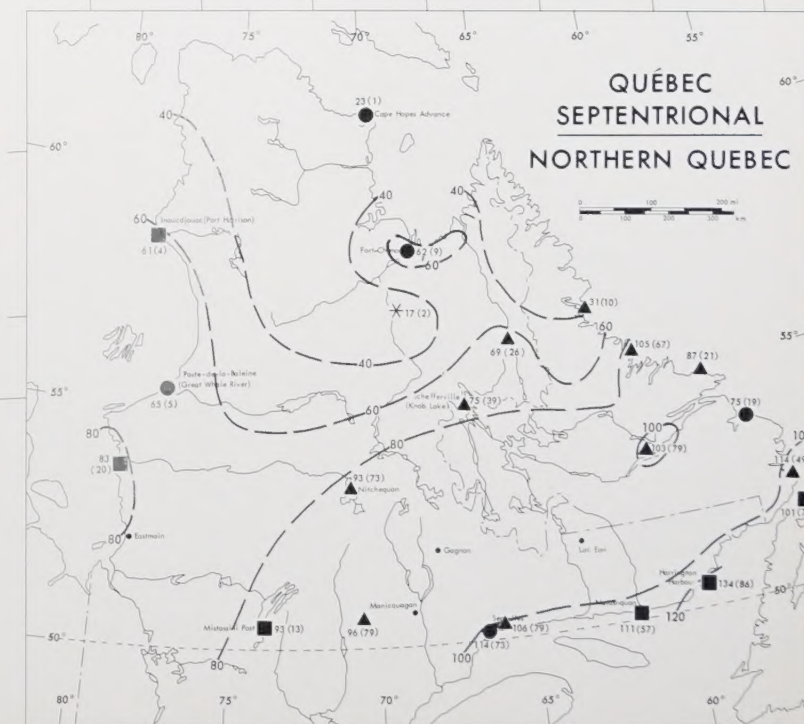
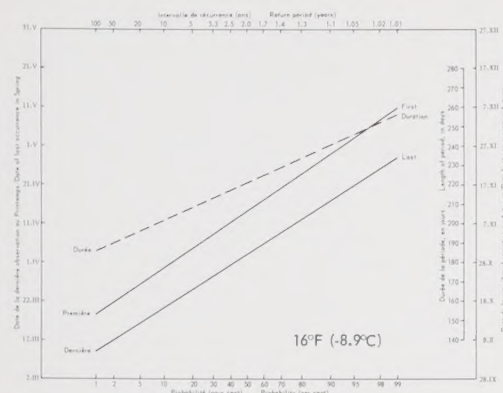
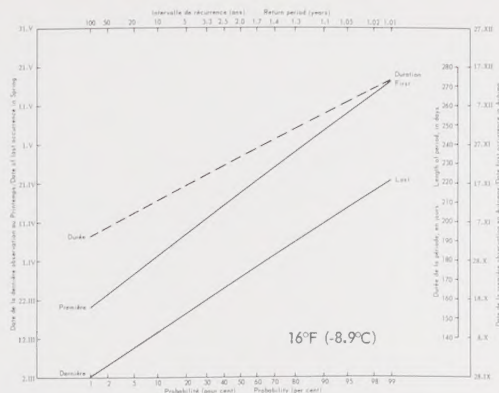


FIGURE 23 (c)

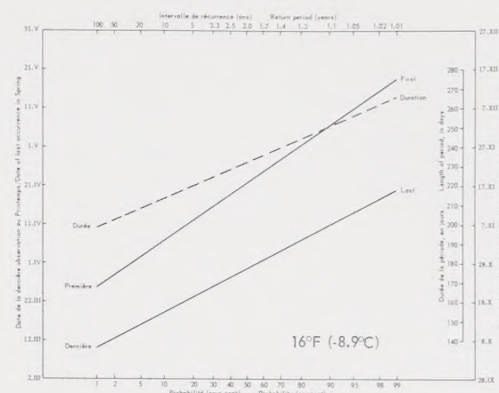
LENNOXVILLE 1931-1966



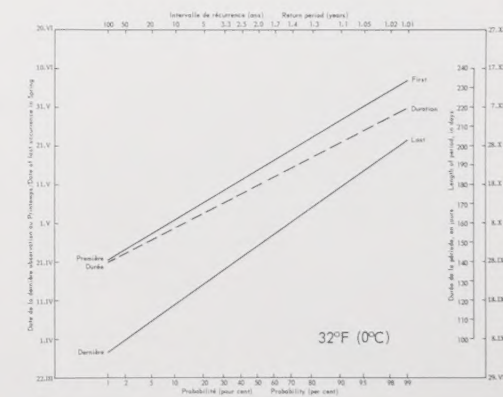
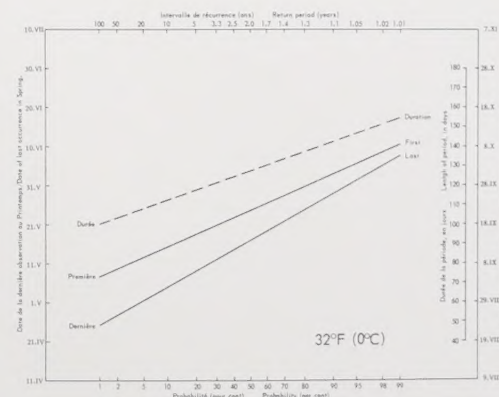
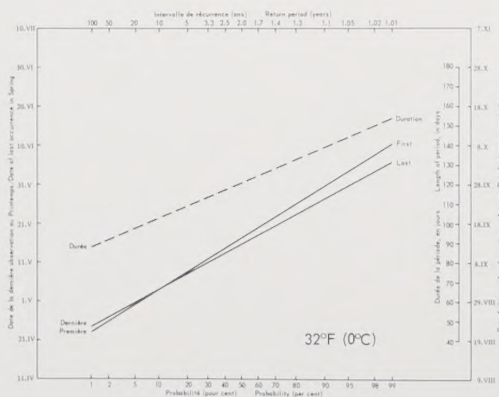
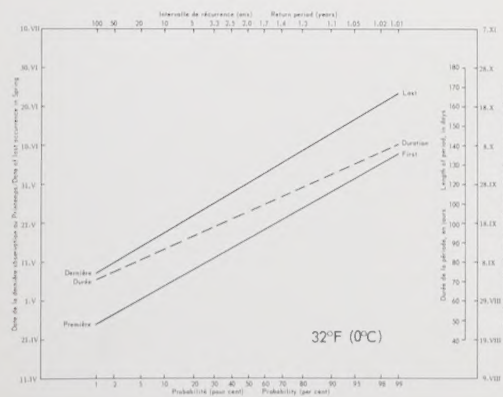
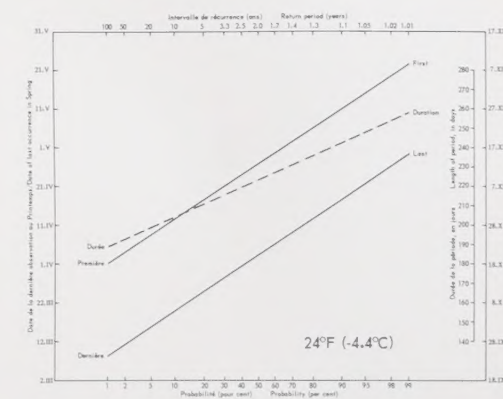
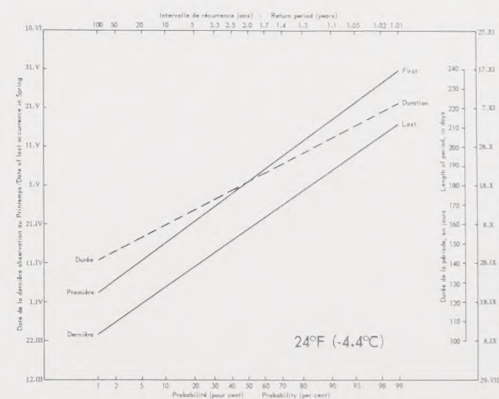
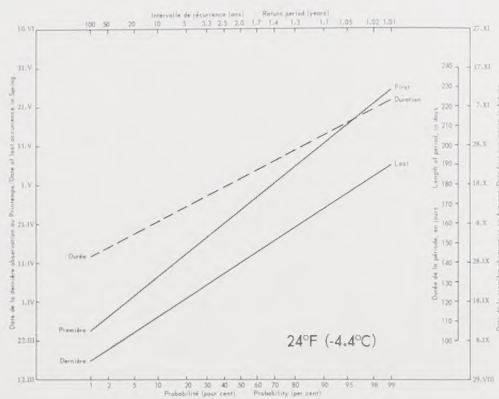
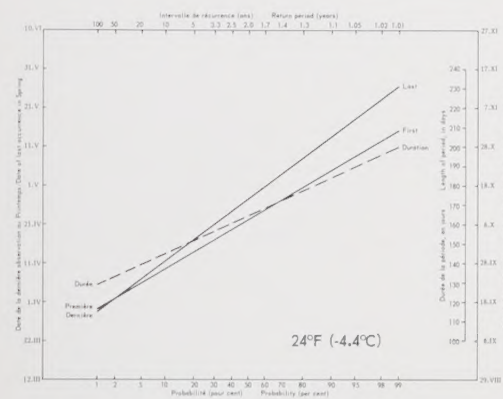
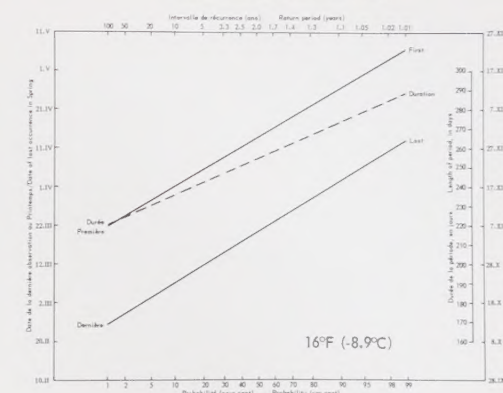
STE-CLOTHILDE 1937-1966



L'ASSOMPTION 1931-1966



MONTRÉAL (McGILL) 1931-1966



PROBABILITÉS DE DATES DE LA DERNIÈRE OBSERVATION AU PRINTEMPS, ET DE LA PREMIÈRE EN AUTOMNE,
DES TEMPÉRATURES MINIMALES $\leq 16^{\circ}\text{F}$ (-8.9°C), $\leq 24^{\circ}\text{F}$ (-4.4°C), $\leq 32^{\circ}\text{F}$ (0°C), ET $\leq 40^{\circ}\text{F}$ (4.4°C).
PROBABILITÉS DE DURÉE DES PÉRIODES AU-DESSUS DE CES SEUILS (pour cent).

(séparation des saisons de "printemps" et "d'automne": le 15 juillet)

(D'après Thom, 1958)

PROBABILITY OF OCCURRENCE OF THE LAST DATE IN SPRING, AND OF THE FIRST DATE IN AUTUMN
WITH A MINIMUM TEMPERATURE $\leq 16^{\circ}\text{F}$ (-8.9°C), $\leq 24^{\circ}\text{F}$ (-4.4°C), $\leq 32^{\circ}\text{F}$ (0°C), AND $\leq 40^{\circ}\text{F}$ (4.4°C).
PROBABILITY OF LENGTH OF PERIODS ABOVE THESE THRESHOLDS (per cent).

(Division between "spring" and "autumn": July 15)

(After Thom, 1958)

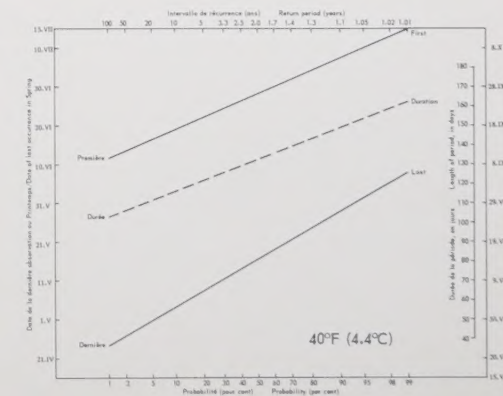
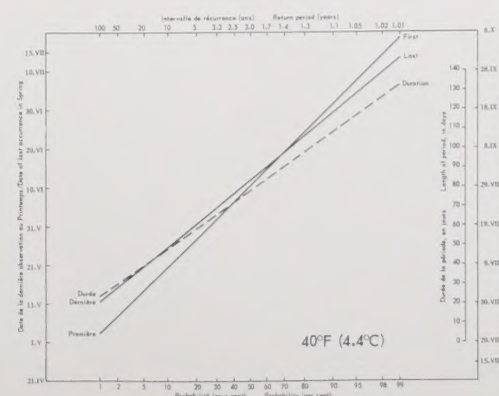
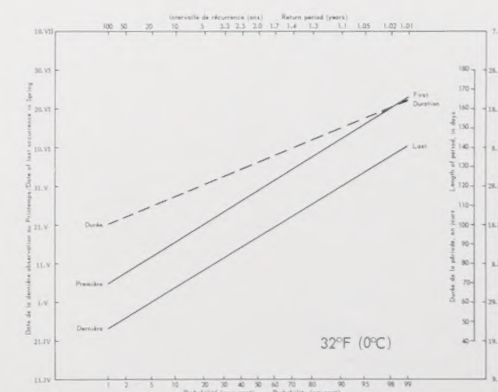
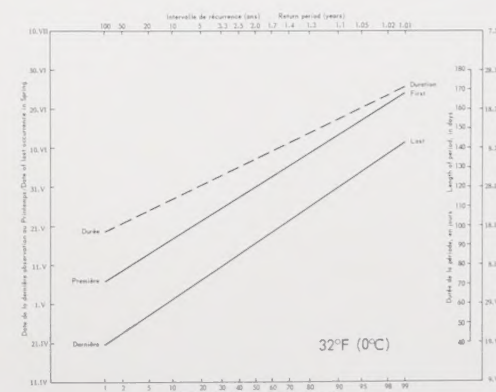
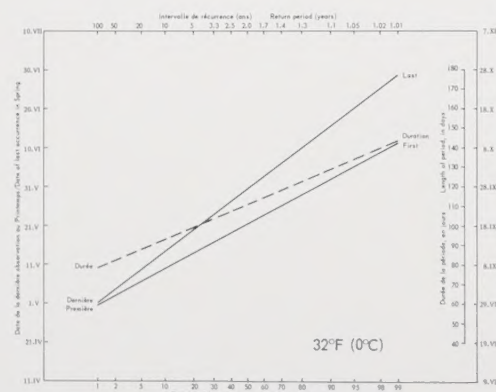
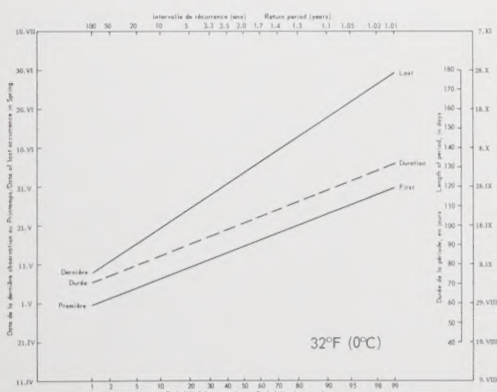
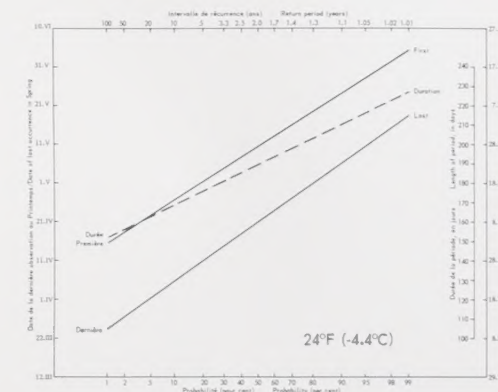
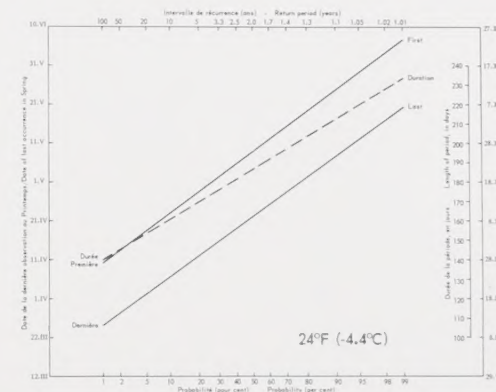
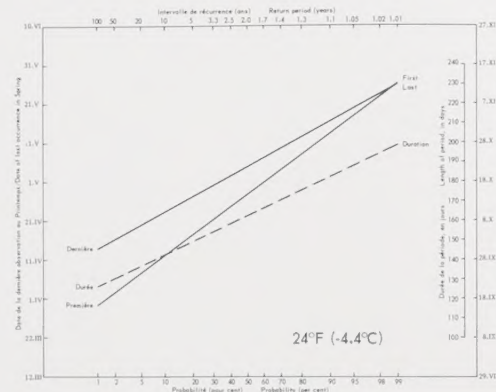
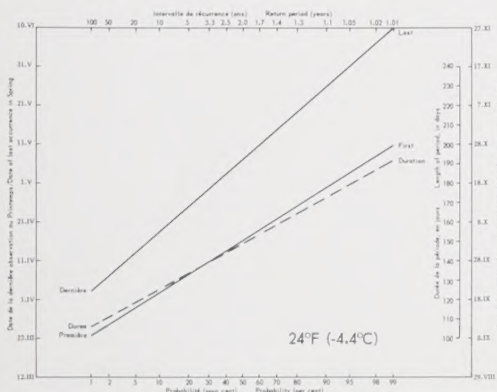
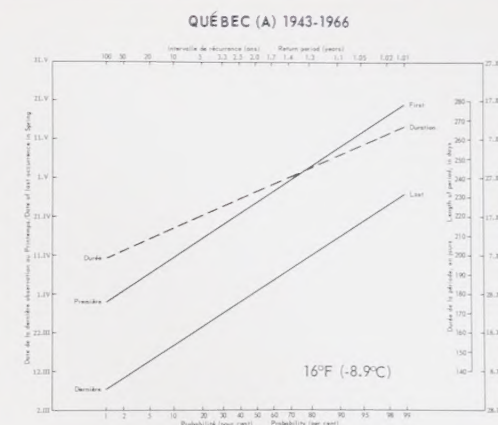
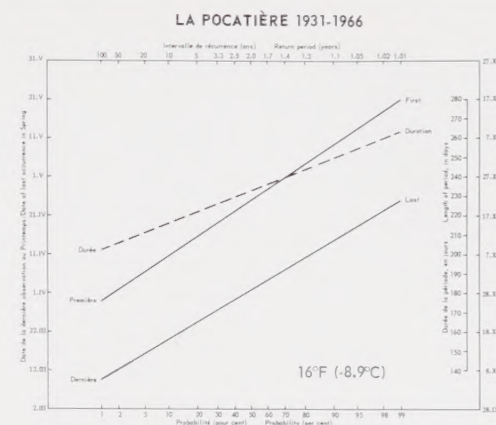
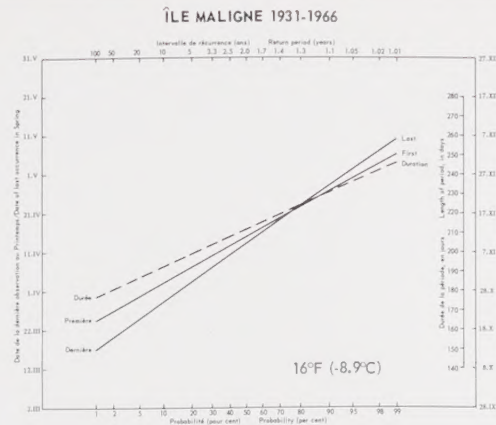
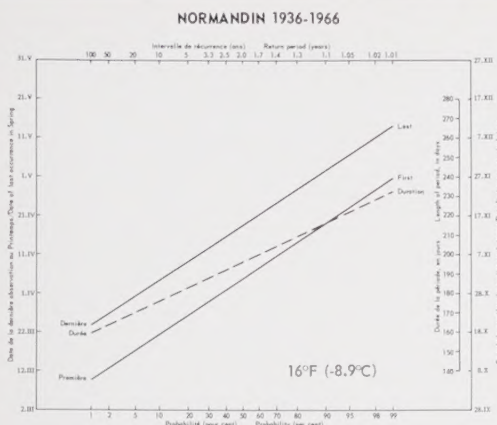


FIGURE 24



PROBABILITÉS DE DATES DE LA DERNIÈRE OBSERVATION AU PRINTEMPS, ET DE LA PREMIÈRE EN AUTOMNE,
 DES TEMPÉRATURES MINIMALES $\leq 16^{\circ}\text{F}$ (-8.9°C), $\leq 24^{\circ}\text{F}$ (-4.4°C), $\leq 32^{\circ}\text{F}$ (0°C), ET $\leq 40^{\circ}\text{F}$ (4.4°C).
 PROBABILITÉS DE DURÉE DES PÉRIODES AU-DESSUS DE CES SEUILS (pour cent).
 (séparation des saisons de "printemps" et "d'automne": le 15 juillet) (D'après Thom, 1958)

PROBABILITY OF OCCURRENCE OF THE LAST DATE IN SPRING, AND OF THE FIRST DATE IN AUTUMN,
 WITH A MINIMUM TEMPERATURE $\leq 16^{\circ}\text{F}$ (-8.9°C), $\leq 24^{\circ}\text{F}$ (-4.4°C), $\leq 32^{\circ}\text{F}$ (0°C), AND $\leq 40^{\circ}\text{F}$ (4.4°C).
 PROBABILITY OF LENGTH OF PERIODS ABOVE THESE THRESHOLDS (per cent).

(Division between "spring" and "autumn": July 15)

(After Thom, 1958)

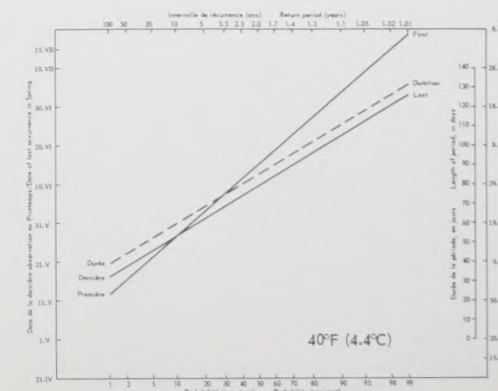
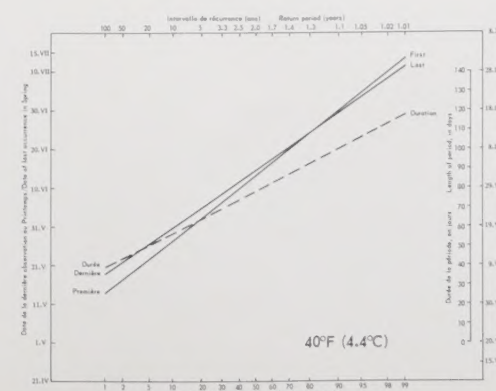


FIGURE 24 (suite/continued: 1)

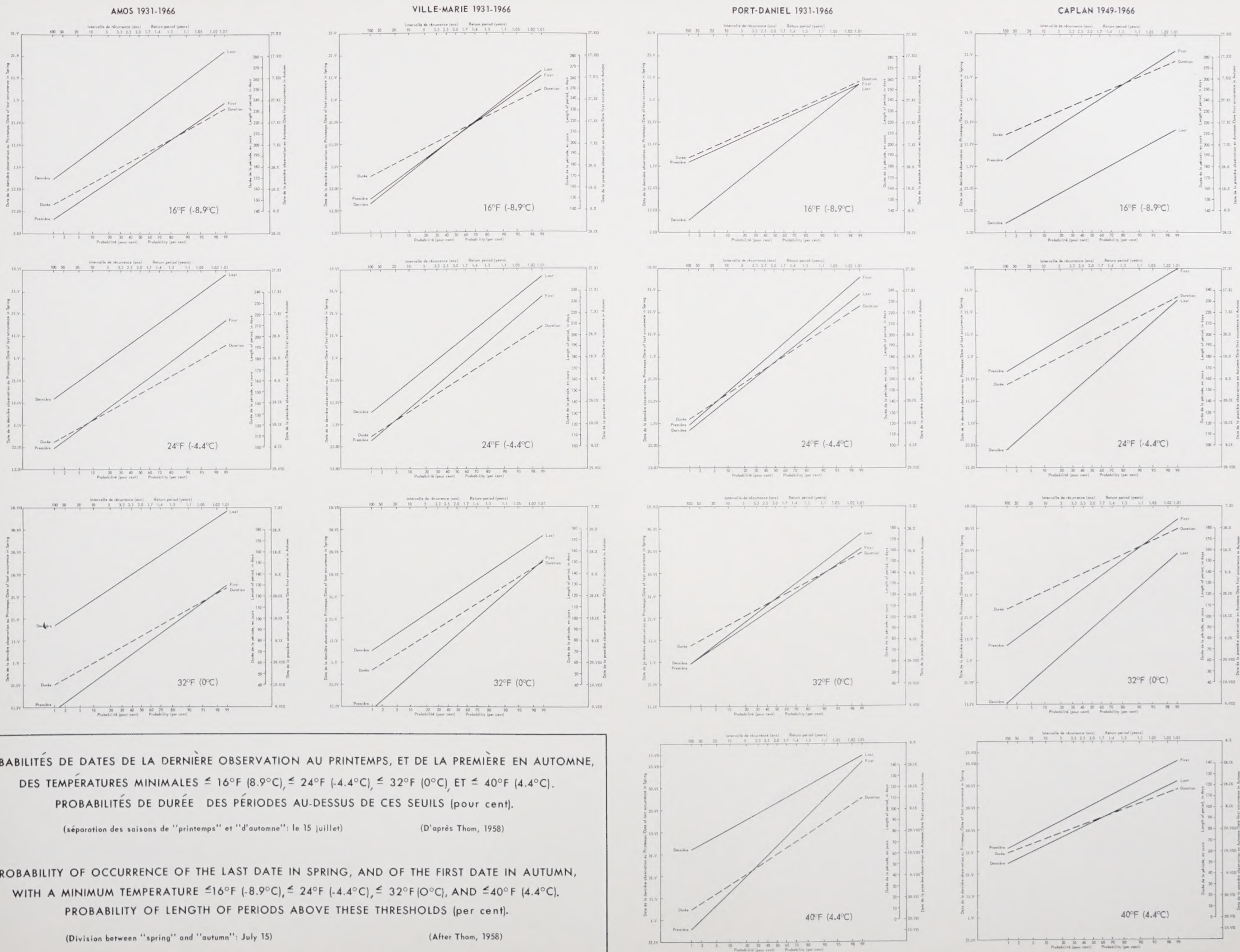
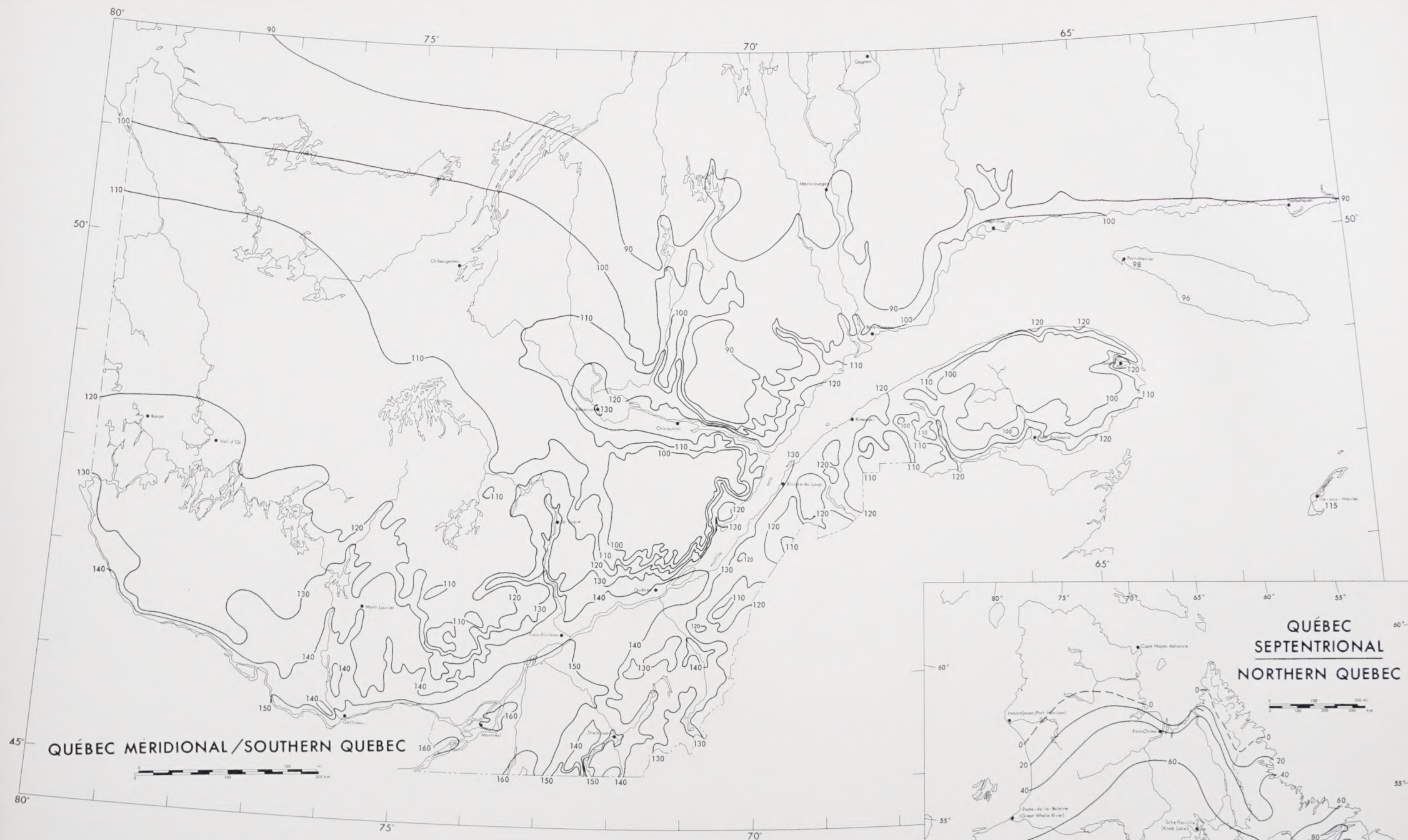


FIGURE 24 (suite/continued: 2)

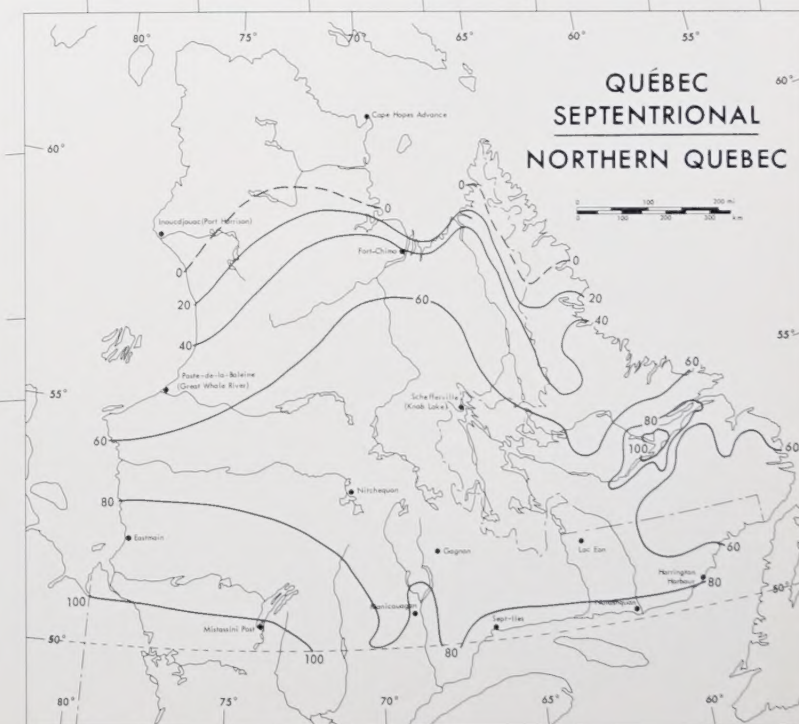


QUÉBEC MÉRIDIONAL / SOUTHERN QUEBEC

DURÉE ANNUELLE MOYENNE DE LA PÉRIODE PENDANT LAQUELLE LA TEMPÉRATURE MOYENNE QUOTIDIENNE RESTE AU-DESSUS DE 50°F (10°C), 1931–1960, EN JOURS.
 MEAN ANNUAL DURATION OF THE PERIOD WITH DAILY MEAN TEMPERATURE ABOVE 50°F (10°C), 1931–1960, IN DAYS.

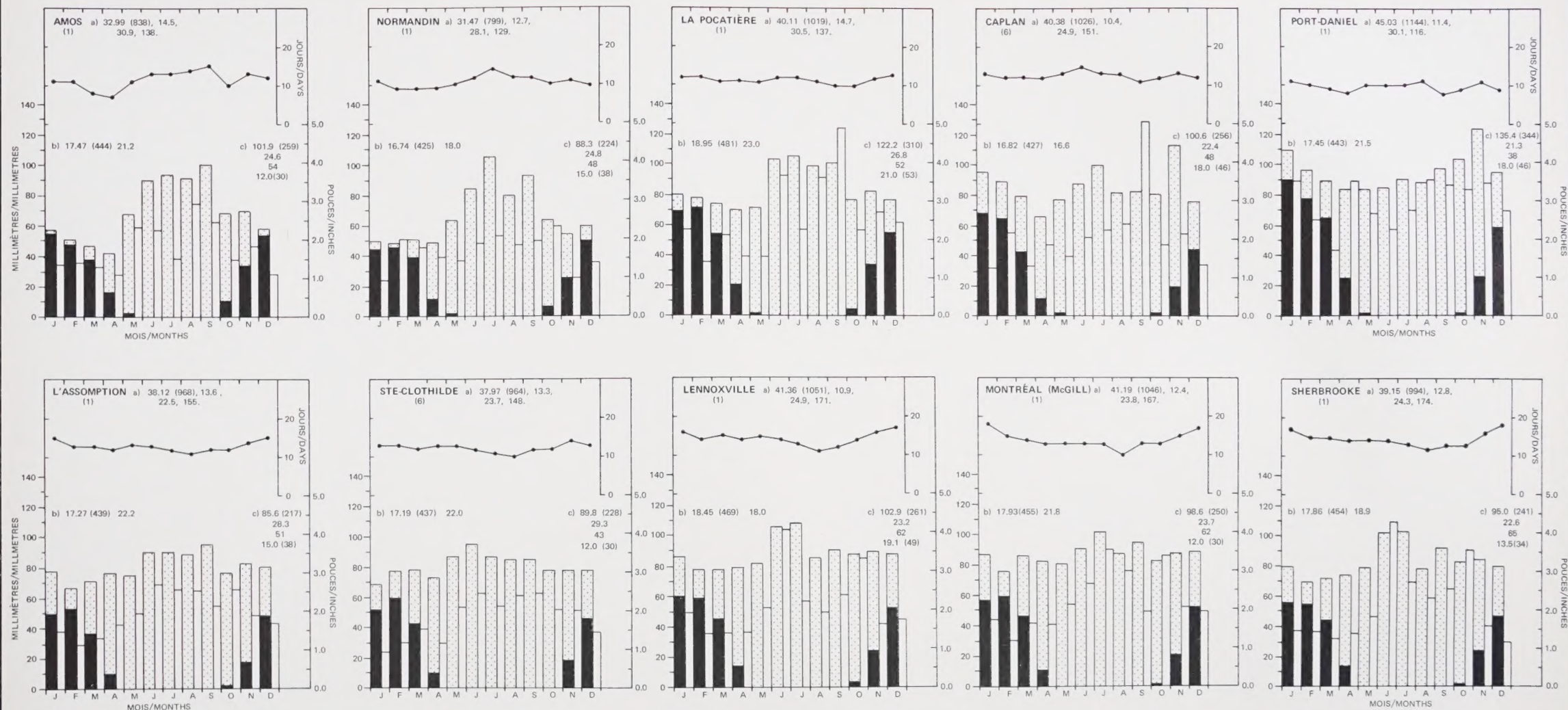
La durée de l'hiver a été déterminée graphiquement à partir des courbes des températures mensuelles moyennes des stations normales et supplémentaires.

Duration obtained graphically from mean annual temperature curves for normal and supplementary stations.



QUÉBEC SEPTENTRIONAL
 NORTHERN QUEBEC

FIGURE 25 (c)



VARIATION ANNUELLE DES PRÉCIPITATIONS MENSUELLES 1931 — 1960

ANNUAL VARIATION OF MONTHLY PRECIPITATION

Code: (1) 25 à 30 ans; (2) 25 à 30 ans; les données sont moins certaines, (6) 10 à 24 ans.
 25 to 30 years; 25 to 30 years; the data are less certain, 10 to 24 years.

Précipitations annuelles.

- Moyenne des précipitations totales,* en pouces (en millimètres), coefficient de variation, en pourcentage, fraction nivale, en pourcentage, nombre moyen de jours avec des précipitations de 0.01 pouces ou plus.
- Moyenne des précipitations de mai à septembre, en pouces (en millimètres), coefficient de variation, en pourcentage.
- Moyenne des chutes de neige annuelles, en pouces (en centimètres), coefficient de variation, en pourcentage, nombre moyen de jours avec chutes de neige de 0.1 pouces ou plus, chute maximale enregistrée en 24 heures (de 8.00 à 8.00 heures).

Annual precipitation.

- Mean total precipitation,* inches (millimetres), coefficient of variation, per cent, percentage falling as snow, mean number of days with precipitation of 0.01 inches or more.
- Mean precipitation, May to September, in inches (millimetres), coefficient of variation, per cent.
- Mean snowfall, in inches (centimetres), coefficient of variation, per cent, mean number of days with snowfall of 0.1 inches or more, heaviest snowfall recorded in 24 hours (8 a.m. to 8 a.m.).

*On suppose que 10 pouces de neige équivalent à 1 pouce en eau.
 Assuming 10 inches of snow the equivalent of 1 inch of water.

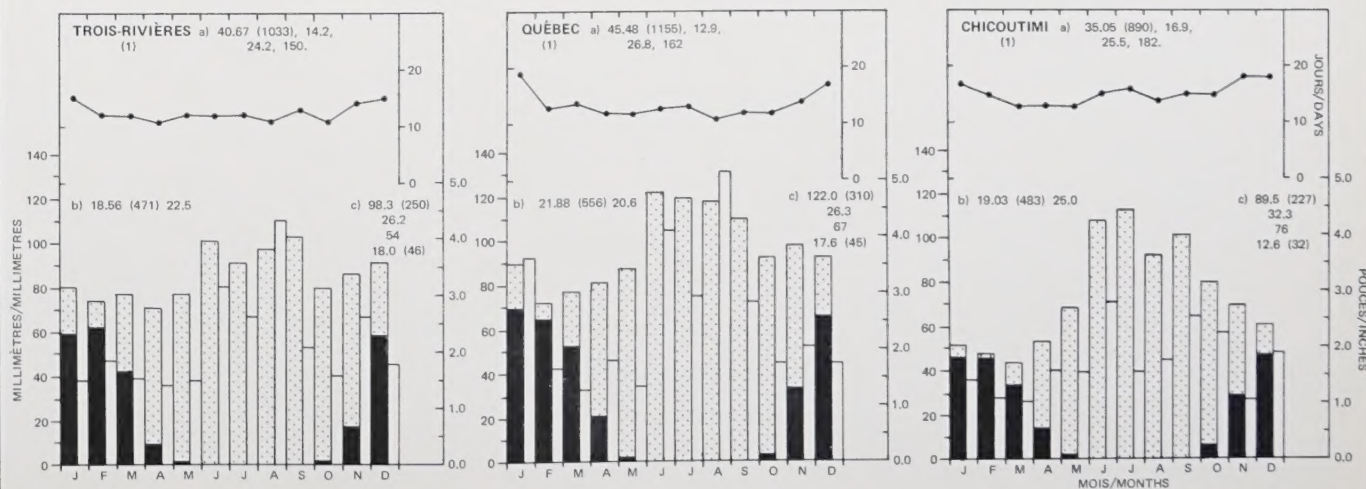
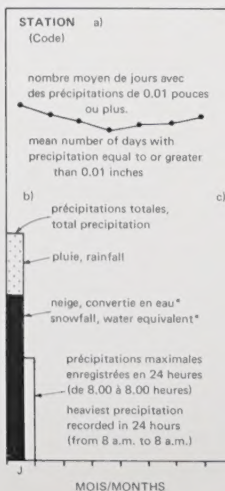


FIGURE 26

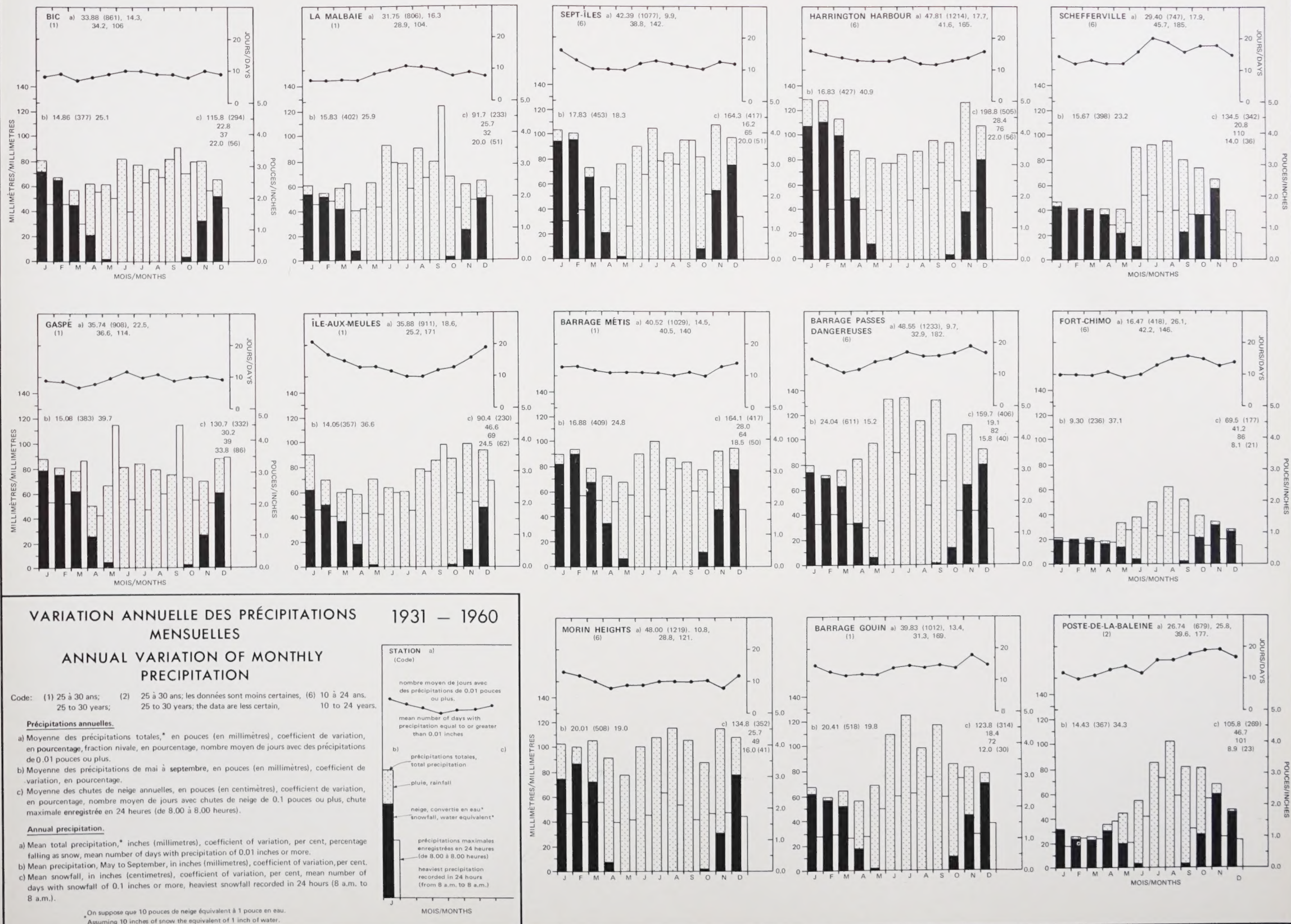
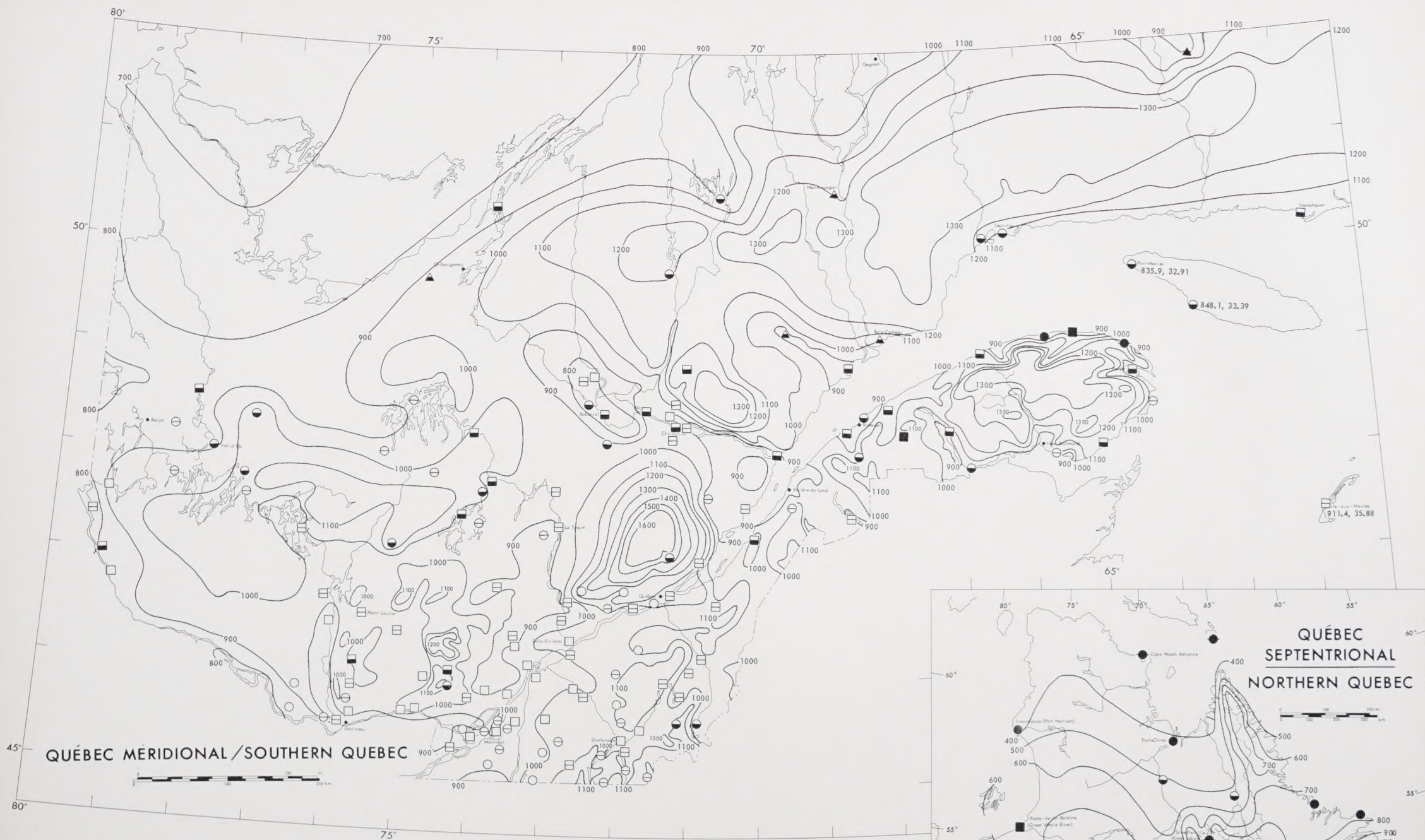


FIGURE 26 (suite/continued)



MOYENNE ANNUELLE DES PRÉCIPITATIONS TOTALES, 1931-1960

en millimètres

(on suppose que 10mm de neige équivalent à 1mm en eau)

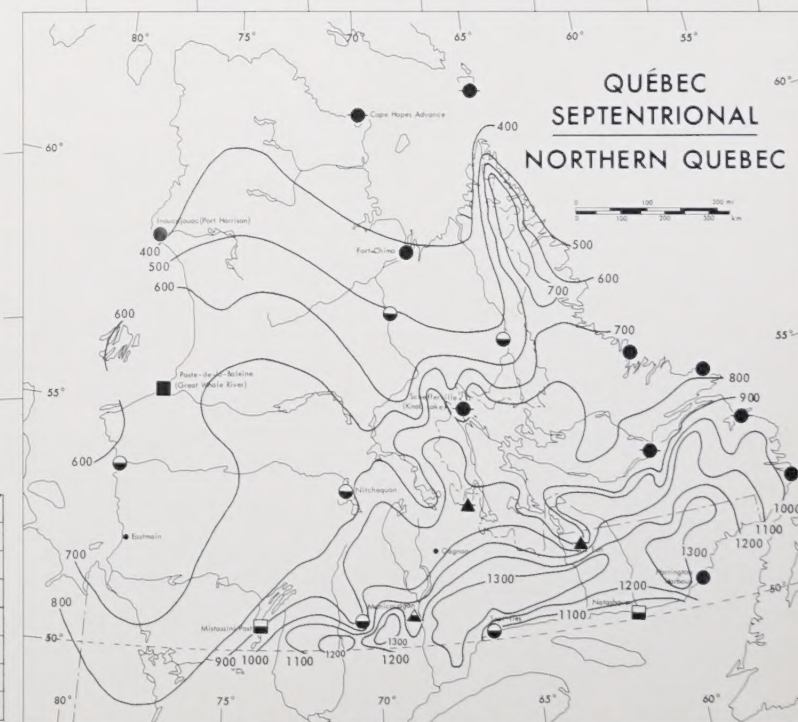
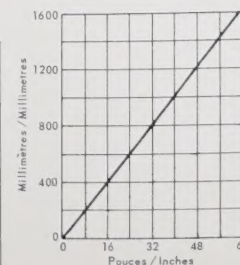
MEAN ANNUAL TOTAL PRECIPITATION, 1931-1960

in millimetres

(assuming 10mm of snow the equivalent of 1mm of water)

FRACTION NIVALE en pourcentage PERCENTAGE FALLING AS SNOW

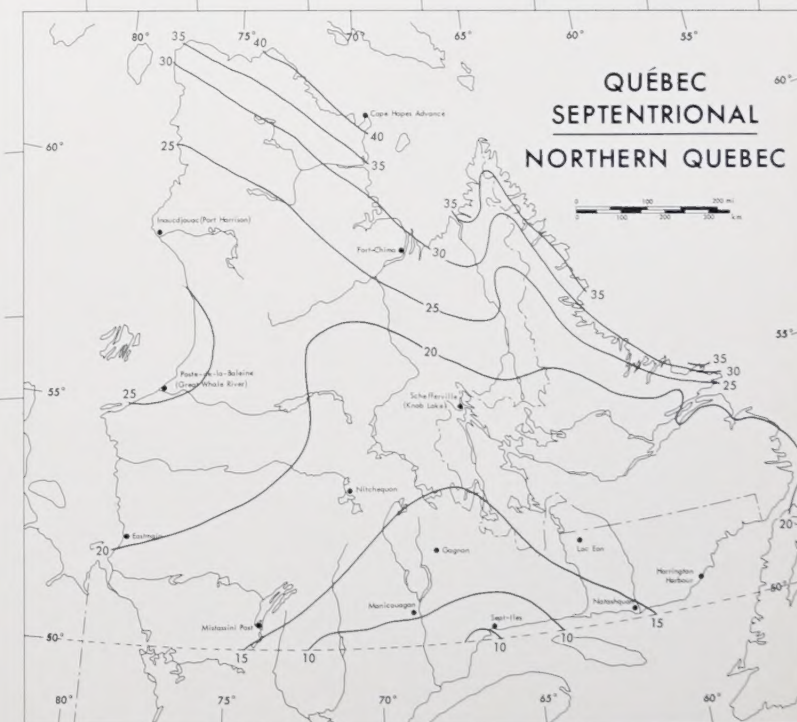
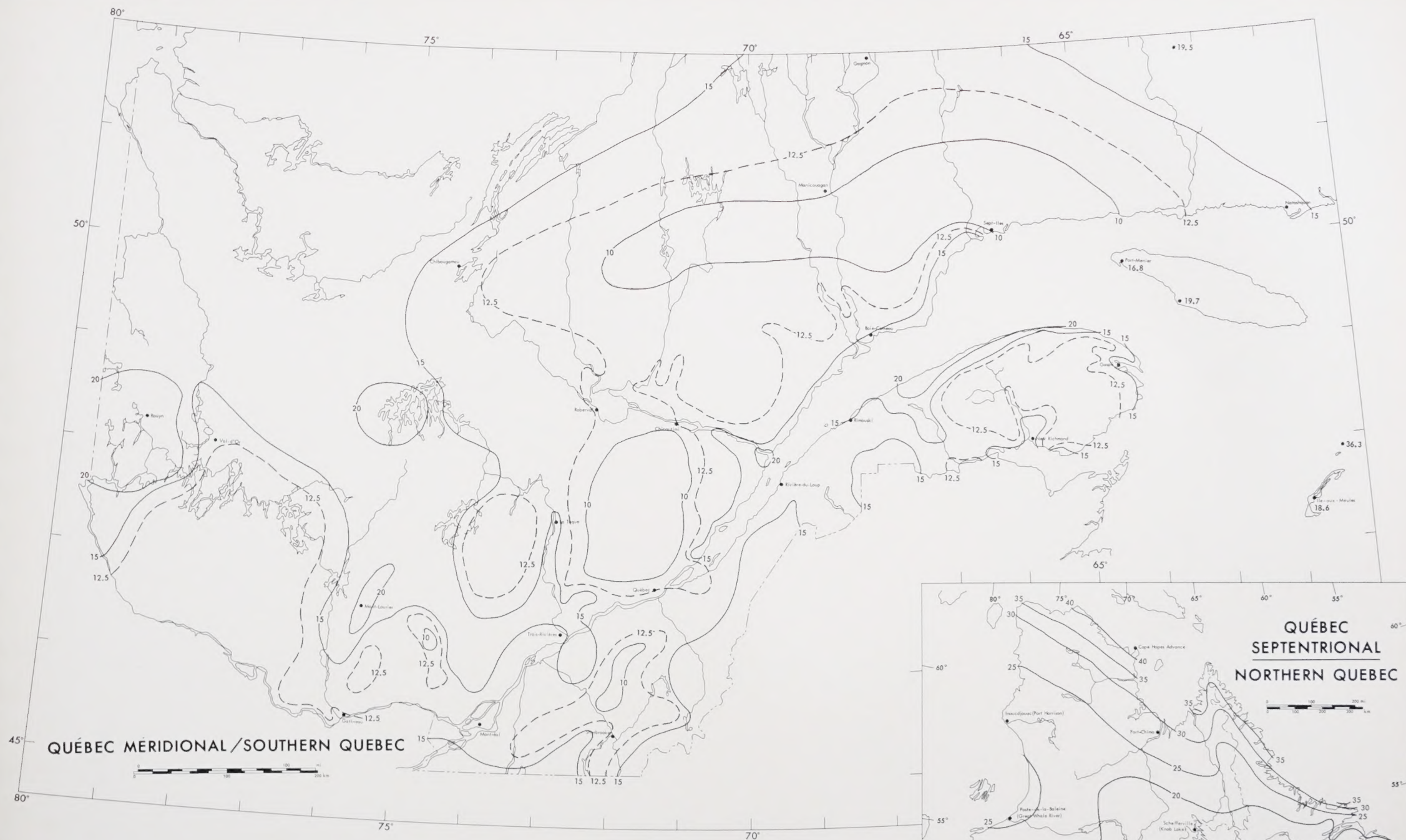
Période d'observations (ans)	(Neige/Précipitations Totales) x 100					Period of observation (years)
	< 25	25-29	30-39	40-44	> 44	
25-30 (Code 1,2)	□	▣	▤	▥	▦	25-30 (Code 1,2)
10-24 (Code 3-7)	○	◐	◑	◒	◓	10-24 (Code 3-7)
< 10 (Code 8,9,0)	△	◡	◢	◣	◤	< 10 (Code 8,9,0)
	< 25 25-29 30-39 40-44 > 44 % % % % %					
	(Snowfall/Total Precipitation) x 100					



À partir des précipitations normales de 1931 à 1960 et des données d'environ 200 stations supplémentaires.

Based on the 1931-60 normals and data for some 200 supplementary stations.

FIGURE 27



VARIABILITÉ DE LA HAUTEUR ANNUELLE DES PRÉCIPITATIONS en pourcentage

COEFFICIENT DE VARIATION = (ÉCART TYPE / MOYENNE) x 100

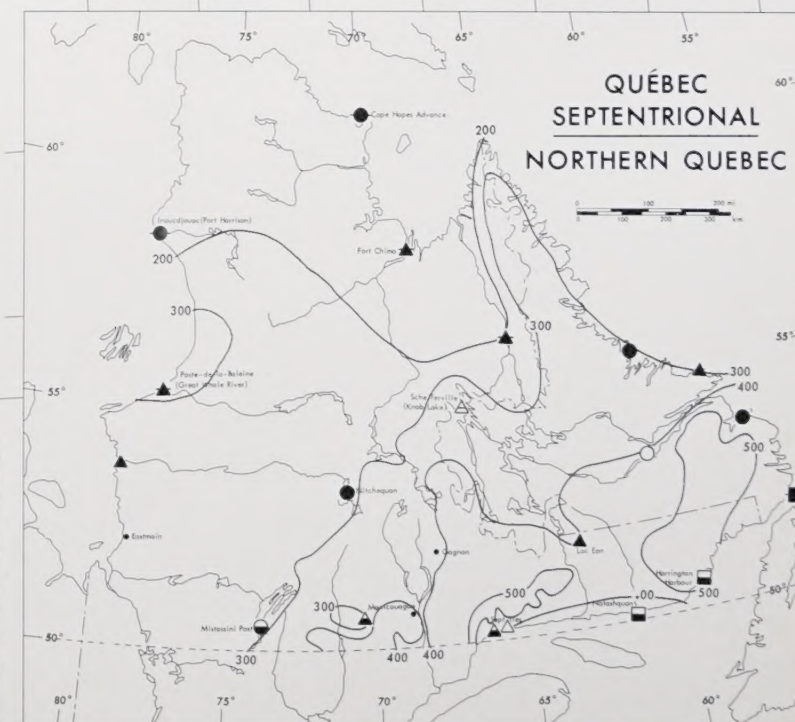
VARIABILITY OF THE YEARLY PRECIPITATION AMOUNT per cent

COEFFICIENT OF VARIATION = (STANDARD DEVIATION / MEAN) x 100

L'analyse de la variabilité a été faite à partir de 180 stations comptant au moins 10 ans d'observations complètes. À peu près 40% de ces stations ont plus de 30 ans d'observations et environs 60% plus de 20.

The variability analysis is based on 180 stations, for which at least 10 complete years of record were available. For about 40% of these stations the period is more than 30 years, nearly 60% have more than 20 years of record.

FIGURE 28



VARIABILITY OF THE YEARLY AMOUNT per cent

Based on the 1931-1960 normals and data for some 200 supplementary stations. The variability analysis is based on 180 stations, for which at least 10 complete years of record were available. For about 40% of these stations the period is more than 30 years; nearly 60% have more than 20 years of record.

Période d'observations (ans)	Coefficient de variation: (Écart type/moyenne) x 100					Period of observation (years)
	<20 %	20-24 %	25-29 %	30-39 %	≥40 %	
≥30						≥30
20-29						20-29
10-19						10-19
	<20 %	20-24 %	25-29 %	30-39 %	≥40 %	
Coefficient of variation: (standard deviation/mean) x 100						

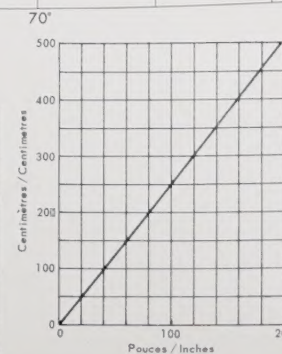


FIGURE 30

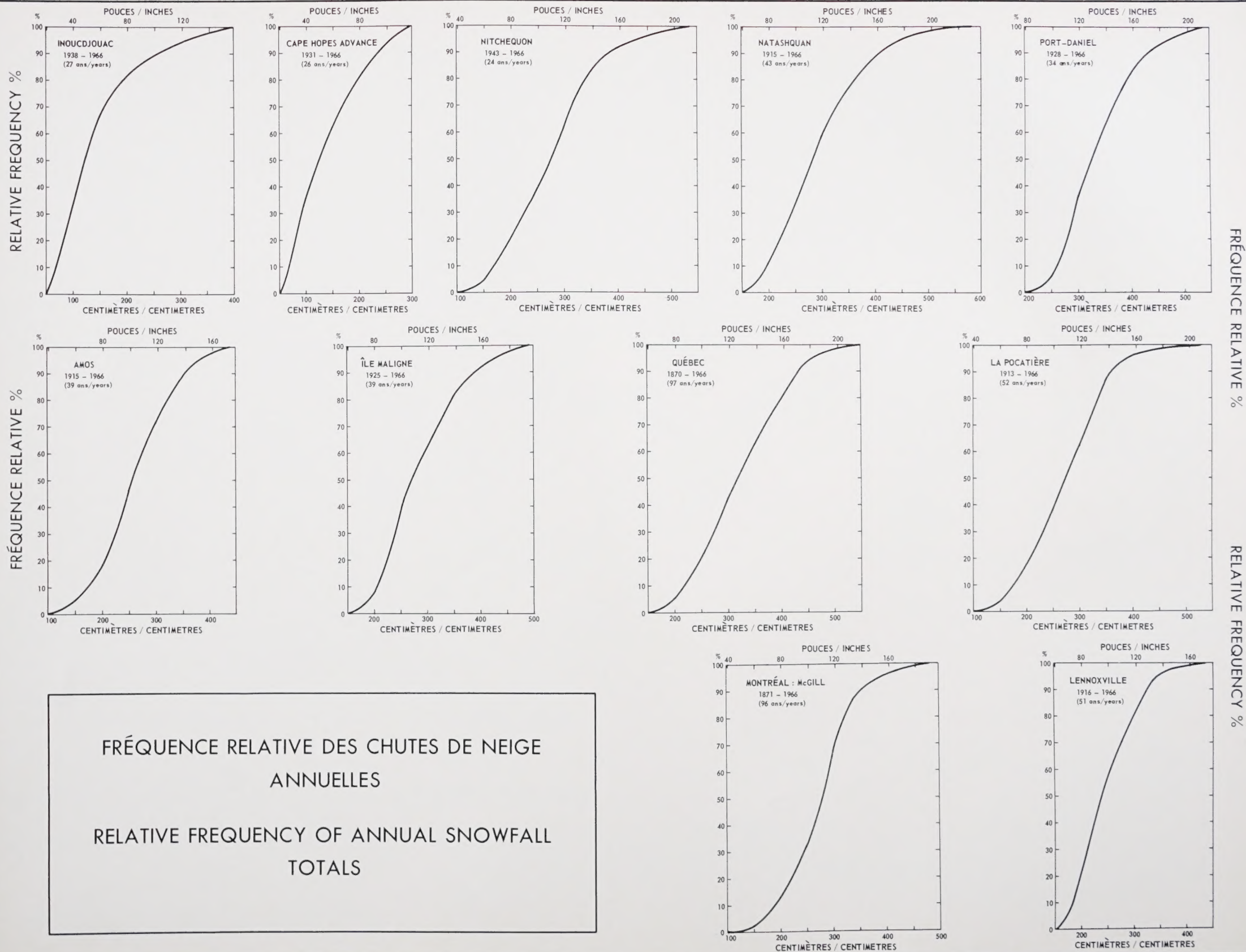
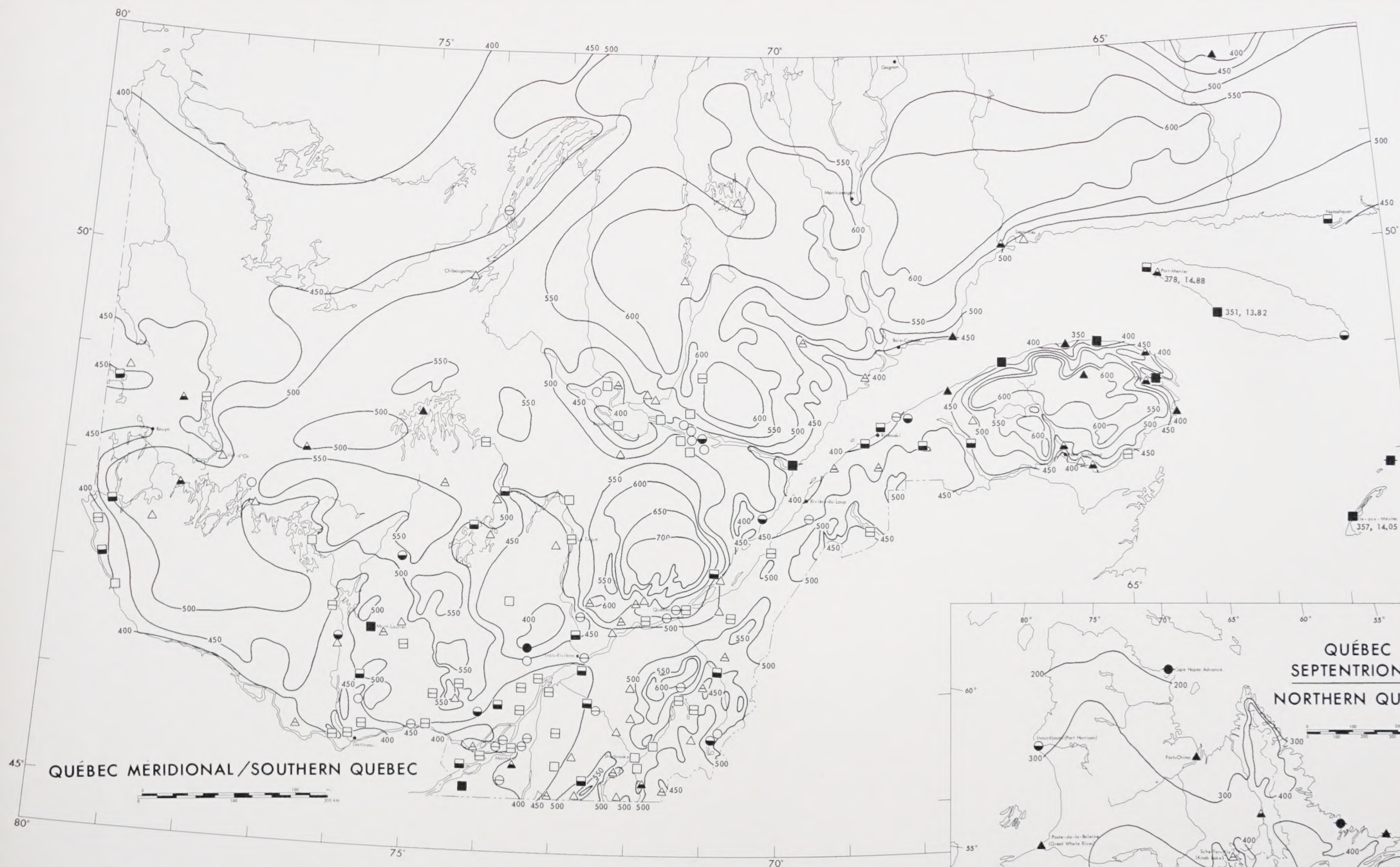


FIGURE 31



MOYENNE DES PRÉCIPITATIONS DE MAI À SEPTEMBRE, 1931-1960

VARIABILITÉ DE LA HAUTEUR SAISONNIÈRE en pourcentage

MEAN MAY TO SEPTEMBER PRECIPITATION, 1931-1960

VARIABILITY OF THE SEASONAL AMOUNT per cent

À partir des précipitations normales de 1931 à 1960 et des données d'environ 200 stations supplémentaires. L'analyse de la variabilité a été faite à partir de 180 stations comptant au moins 10 ans d'observations complètes. A peu près 40% de ces stations ont plus de 30 ans d'observations et environ 60% plus de 20.

Based on the 1931-1960 normals and data for some 200 supplementary stations. The variability analysis is based on 180 stations, for which at least 10 complete years of record were available. For about 40% of these stations the period is more than 30 years; nearly 60% have more than 20 years of record.

Période d'observations (ans)	Coefficient de variation: (Écart type/moyenne) x 100					Period of observation (years)
	<20 %	20-24 %	25-29 %	30-39 %	≥ 40 %	
≥ 30	□	◻	◼	■	■	≥ 30
20-29	○	◐	◑	●	●	20-29
10-19	△	◔	◕	▲	▲	10-19
	<20 %	20-24 %	25-29 %	30-39 %	≥ 40 %	
Coefficient de variation: (standard deviation/mean) x 100						

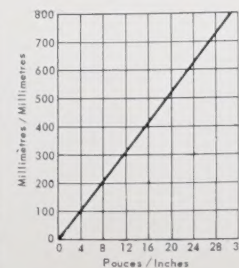
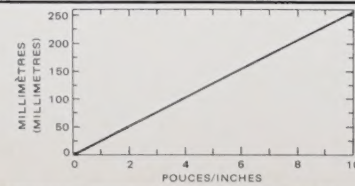


FIGURE 32



PROBABILITÉ DE PRÉCIPITATIONS ÉGALES OU INFÉRIEURES
À "P" POUCE DANS UNE PÉRIODE DONNÉE (en jours).

Basée sur le travail de G.A. McKay et de la Section de Traitement de l'Information,
Direction de la Météorologie du Canada, Toronto.

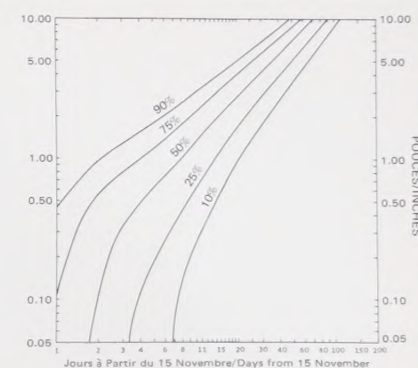
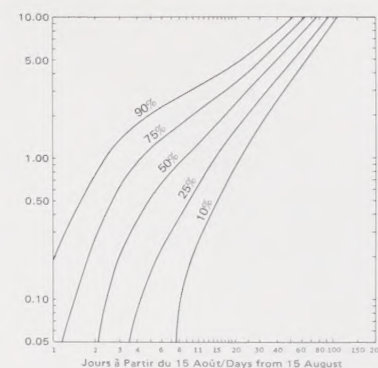
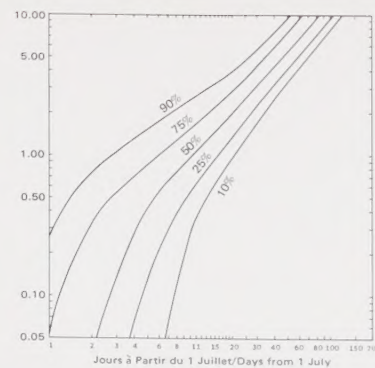
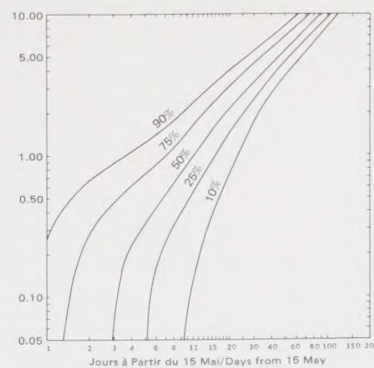
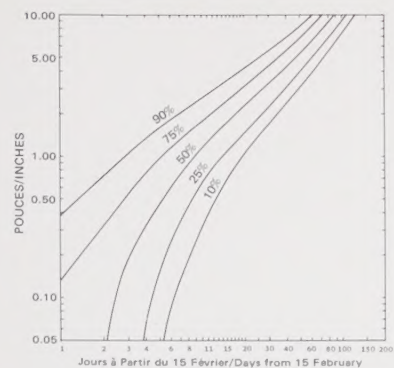


PROBABILITY OF "P" OR LESS INCHES OF PRECIPITATION
FALLING WITHIN A STATED PERIOD (in days)

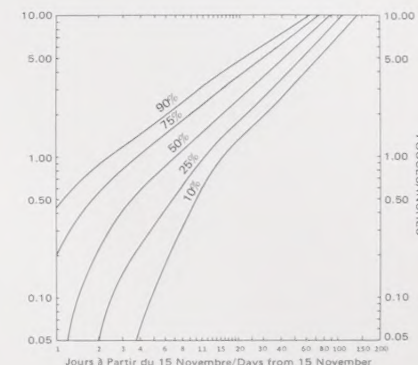
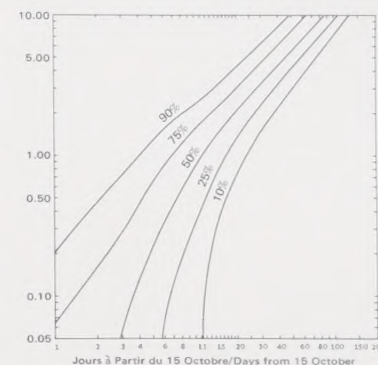
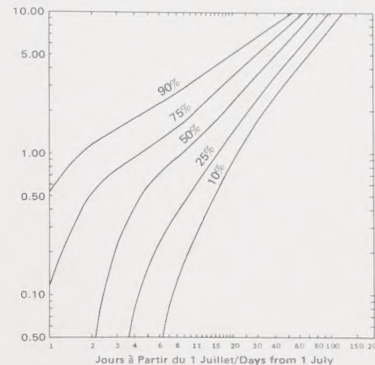
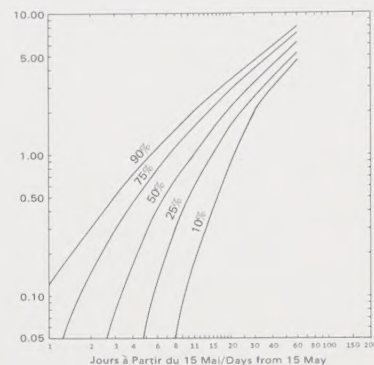
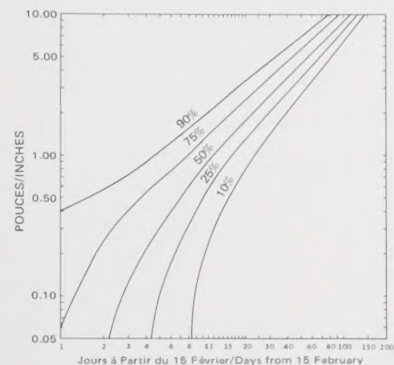
Based on the work of G.A. McKay and the Data Processing Section,
Canadian Meteorological Branch, Toronto.

FIGURE 33

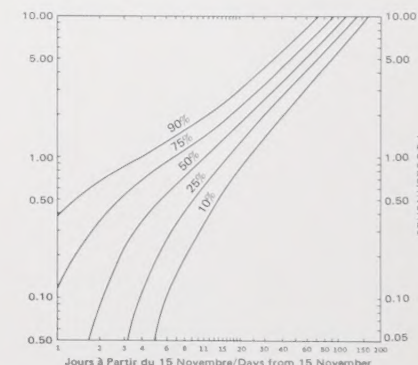
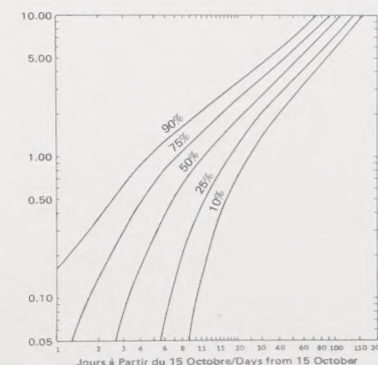
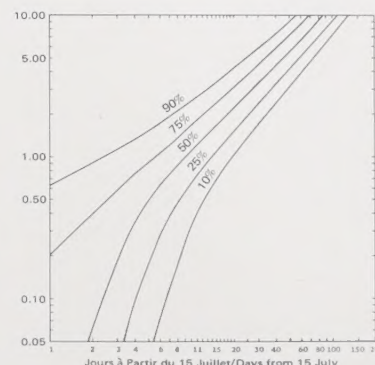
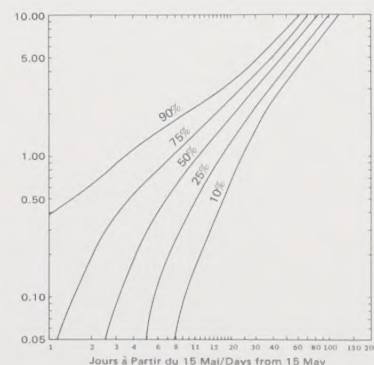
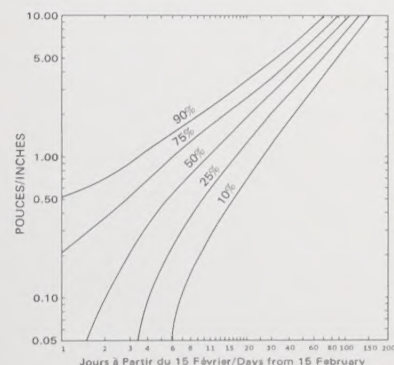
PORT-DANIEL
(1927-1966)



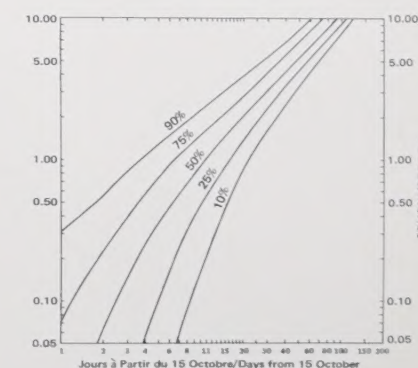
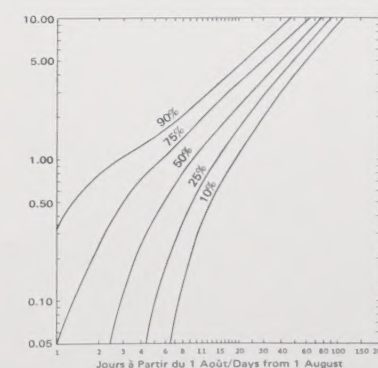
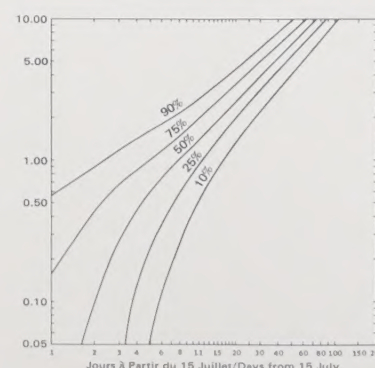
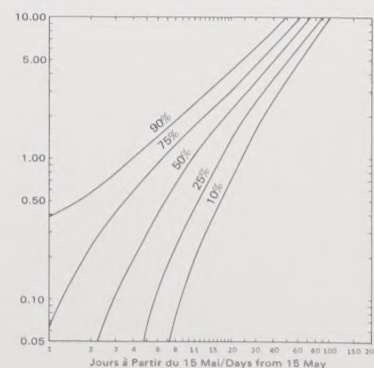
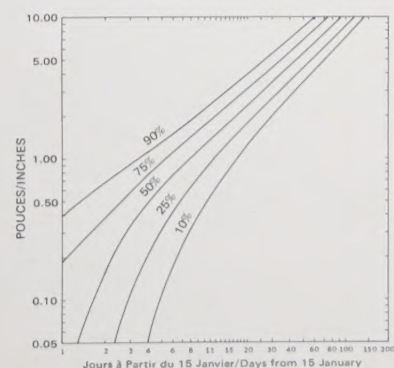
CAPLAN
(1947-1966)



LA POCAITIÈRE
(1900-1966)



QUÉBEC
(1873-1966)



PORT-DANIEL

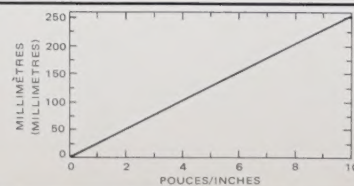
CAPLAN

LA POCAITIÈRE

QUÉBEC

PROBABILITÉ DE PRÉCIPITATIONS ÉGALES OU INFÉRIEURES
À "P" POUCHES DANS UNE PÉRIODE DONNÉE (en jours).

Basée sur le travail de G.A. McKay et de la Section de Traitement de l'Information,
Direction de la Météorologie du Canada, Toronto.

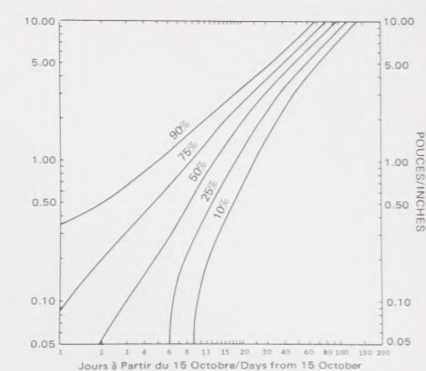
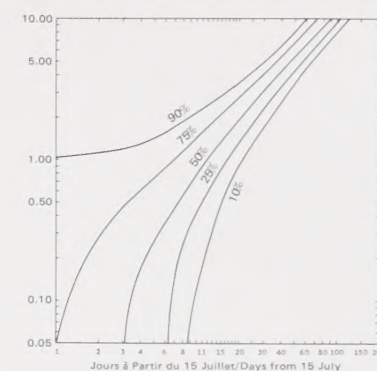
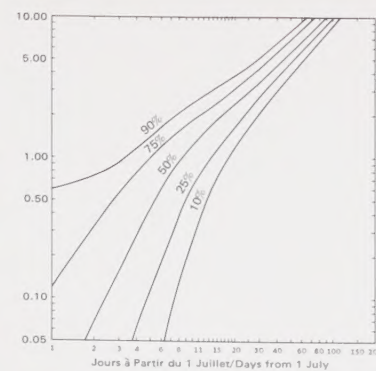
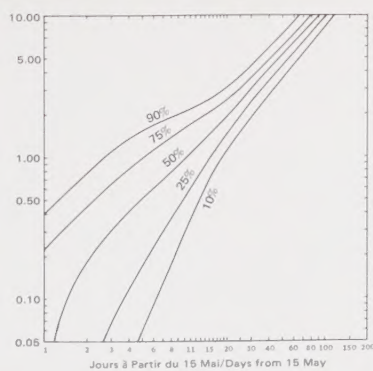
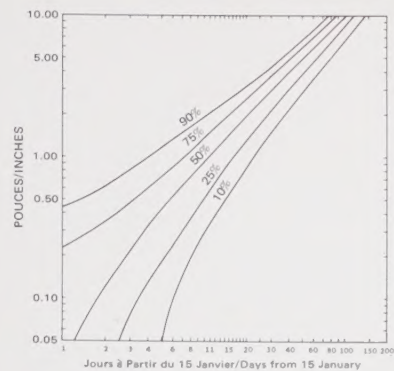


PROBABILITY OF "P" OR LESS INCHES OF PRECIPITATION
FALLING WITHIN A STATED PERIOD (in days).

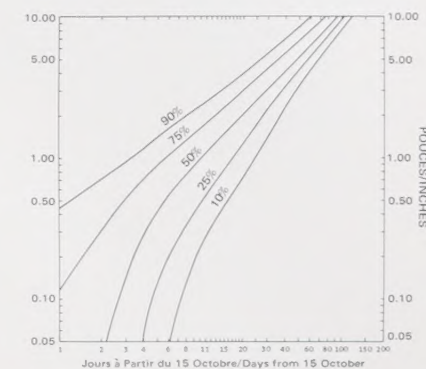
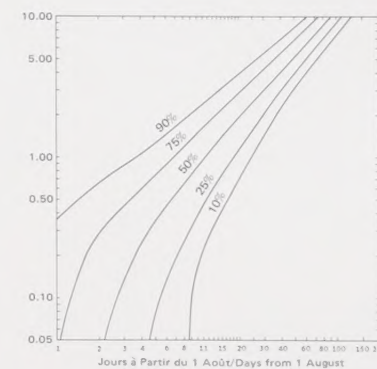
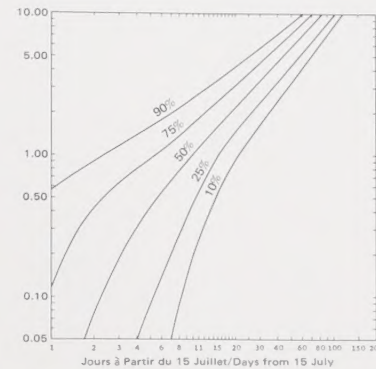
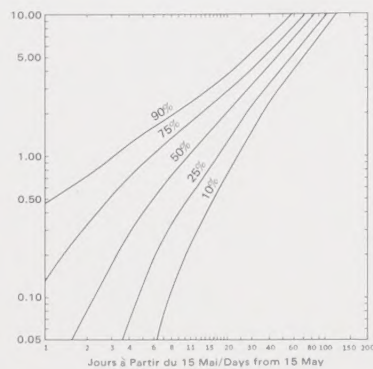
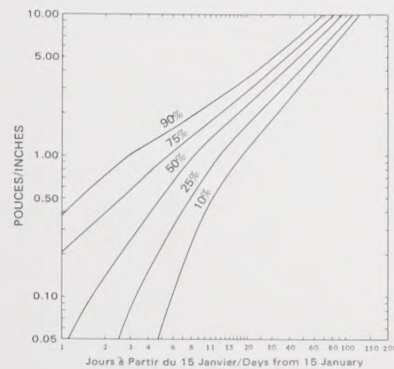
Based on the work of G.A. McKay and the Data Processing Section,
Canadian Meteorological Branch, Toronto.

FIGURE 33 (suite/continued: 1)

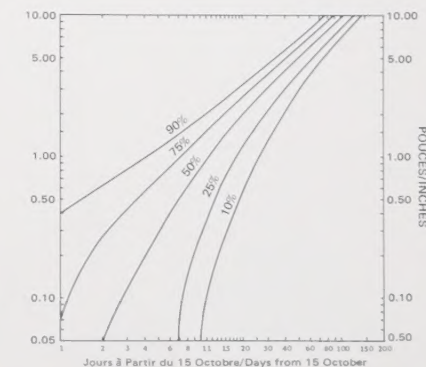
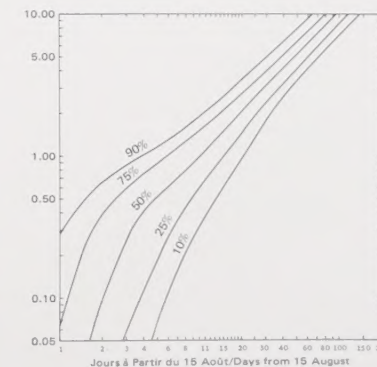
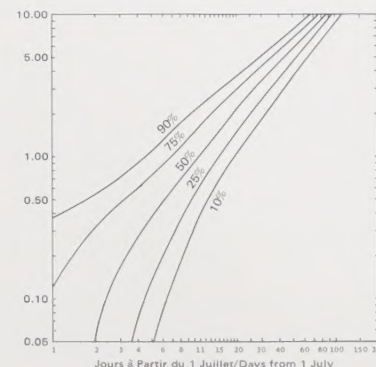
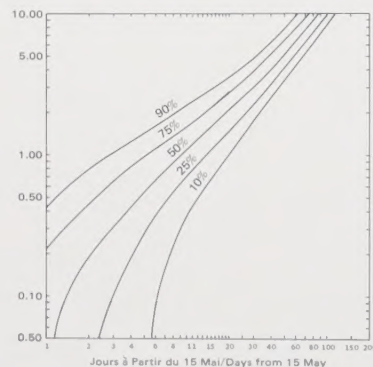
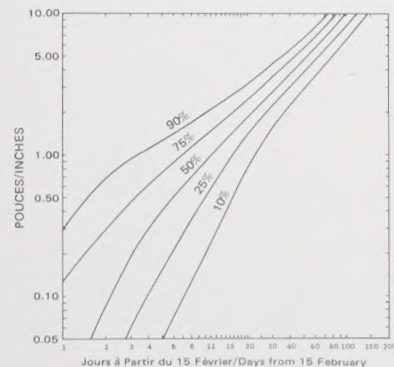
L'ASSOMPTION
(1930-1966)



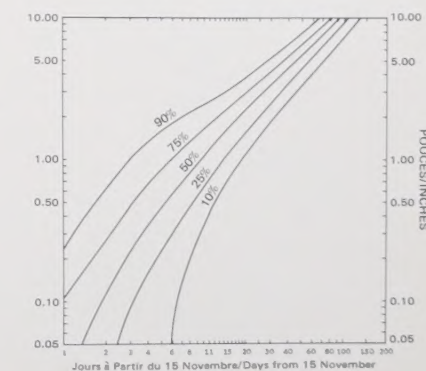
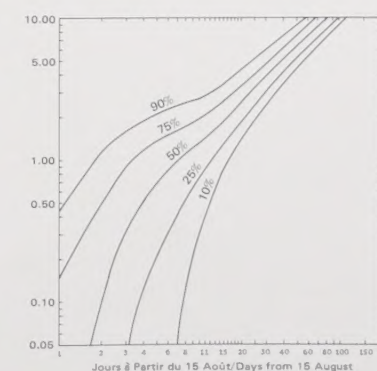
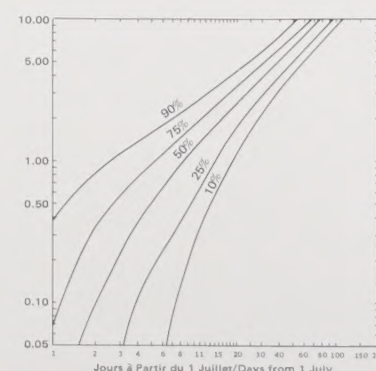
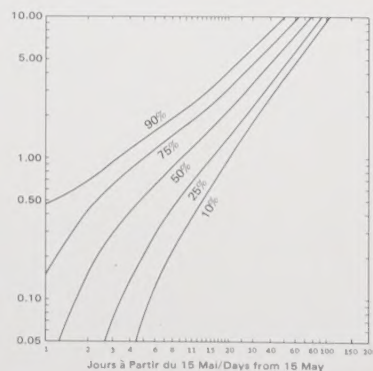
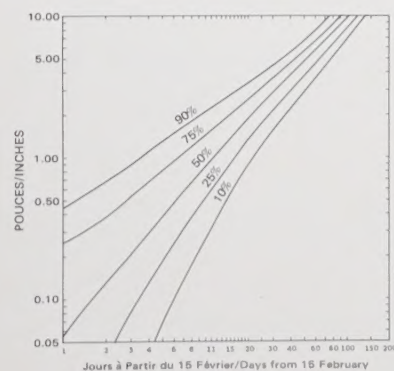
MONTRÉAL: McGill
(1872-1966)



STE-CLOTHILDE
(1938-1966)



LENNOXVILLE
(1889-1966)



L'ASSOMPTION

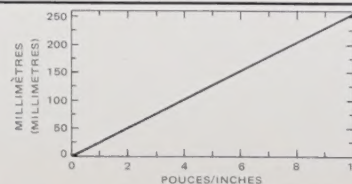
MONTRÉAL: McGill

STE-CLOTHILDE

LENNOXVILLE

PROBABILITÉ DE PRÉCIPITATIONS ÉGALES OU INFÉRIEURES À "P" POUCE/INCHES DANS UNE PÉRIODE DONNÉE (en jours)

Basée sur le travail de G.A. McKay et de la Section de Traitement de l'Information,
Direction de la Météorologie du Canada, Toronto.



PROBABILITY OF "P" OR LESS INCHES OF PRECIPITATION FALLING WITHIN A STATED PERIOD (in days)

Based on the work of G.A. McKay and the Data Processing Section,
Canadian Meteorological Branch, Toronto.



ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE, MOYENNE ANNUELLE
en millimètres
MEAN ANNUAL POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION
in millimetres.

À partir des données calculées selon la méthode du bilan de Thornthwaite et publiées par C.W. Thornthwaite Associates, "Publications in Climatology, volume XVII numéro 2, 1964"; la période d'observations varie selon la station et dans certains cas le nombre d'années n'est pas donné par ces auteurs. 49 stations supplémentaires ont été gracieusement analysées pour cette étude au Laboratoire de Thornthwaite, à partir des moyennes de température et de précipitations pour la période 1931-1960.

Based on values obtained using Thornthwaite's water balance method and published by C.W. Thornthwaite Associates, Publications in Climatology, volume XVII number 2, 1964. The period of observation varies with each station, and in some cases the number of years has not been indicated by these authors. 49 additional stations were kindly processed by the Thornthwaite Laboratory for this study, using the 1931-1960 normals for temperature and precipitation.

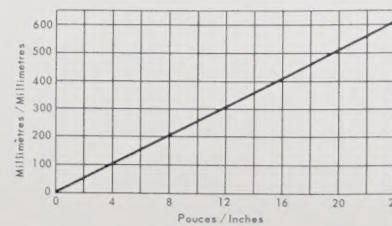
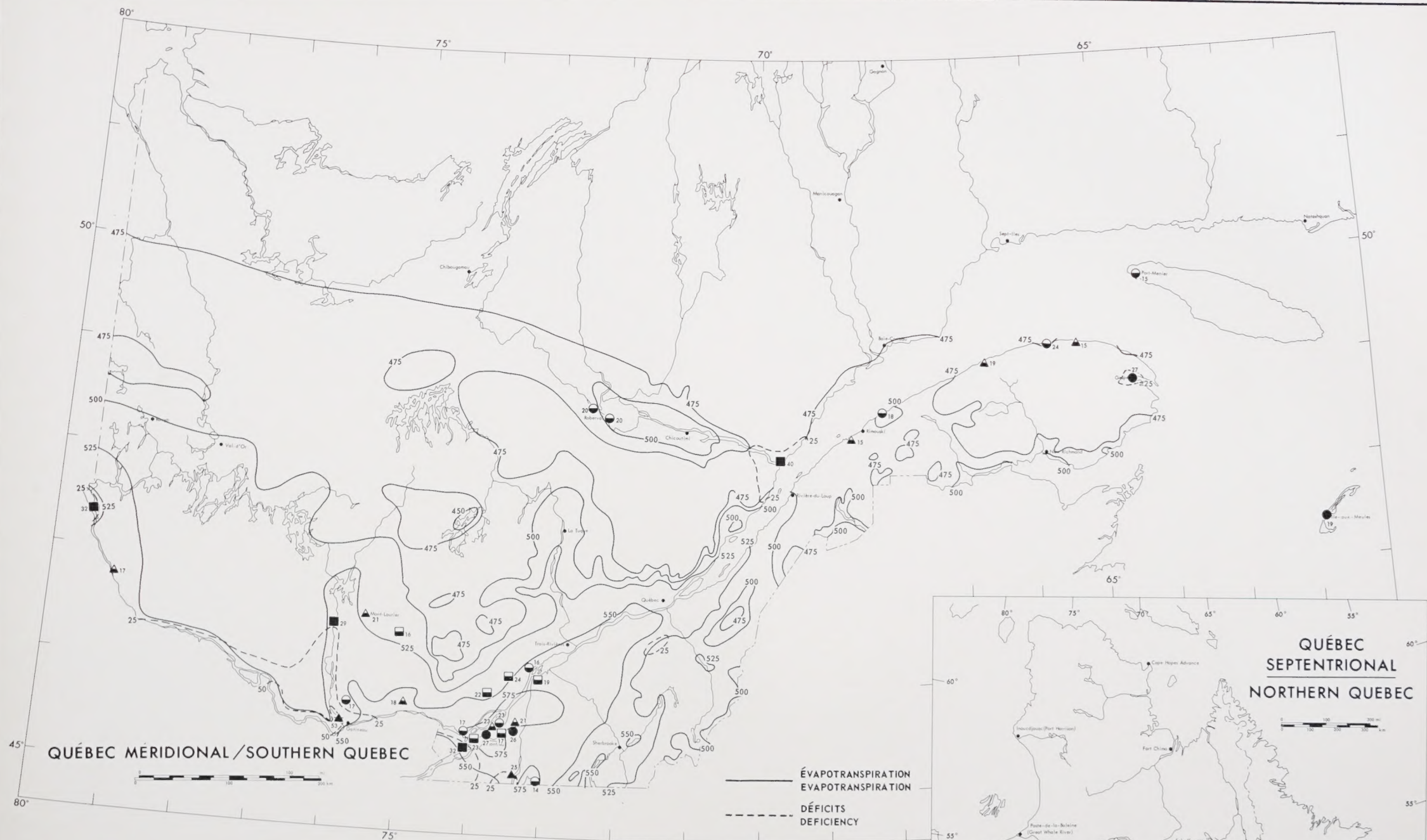


FIGURE 34



ÉVAPOTRANSPIRATION RÉELLE ET DÉFICITS D'EAU, MOYENNES ANNUELLES en millimètres MEAN ANNUAL ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION AND WATER DEFICIENCY in millimetres

(RETENTION D'EAU DANS LA SOL, 300 MM, 12 POUCES)
 (SOIL MOISTURE STORAGE, 300 MM, 12 INCHES)

À partir des données calculées selon la méthode du bilan de Thornthwaite et publiées par C.W. Thornthwaite Associates, "Publications in Climatology, volume XVII numéro 2, 1964"; la période d'observations varie selon la station et dans certains cas le nombre d'années n'est pas donné par ces auteurs. 49 stations supplémentaires ont été gracieusement analysées pour cette étude au Laboratoire de Thornthwaite, à partir des moyennes de température et de précipitations pour la période 1931-1960.

Based on values obtained using Thornthwaite's water balance method and published by C.W. Thornthwaite Associates, Publications in Climatology, volume XVII number 2, 1964. The period of observation varies with each station, and in some cases the number of years has not been indicated by these authors. 49 additional stations were kindly processed by the Thornthwaite Laboratory for this study, using the 1931-1960 normals for temperature and precipitation.

Période d'observations (ans)	18-24mm (0.5-0.9) pouces	25-49mm (1.0-1.9) pouces	≥ 50mm (≥ 2.0) pouces	Period of observation (years)
≥ 25	☐	■	■	≥ 25
10-24	●	●	●	10-24
< 10 ou inconnue	▲	▲	▲	< 10 or unknown
	18-24mm (0.5-0.9) inches	25-49mm (1.0-1.9) inches	≥ 50mm (≥ 2.0) inches	

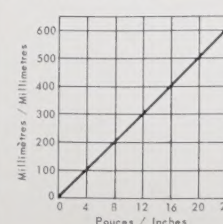


FIGURE 35

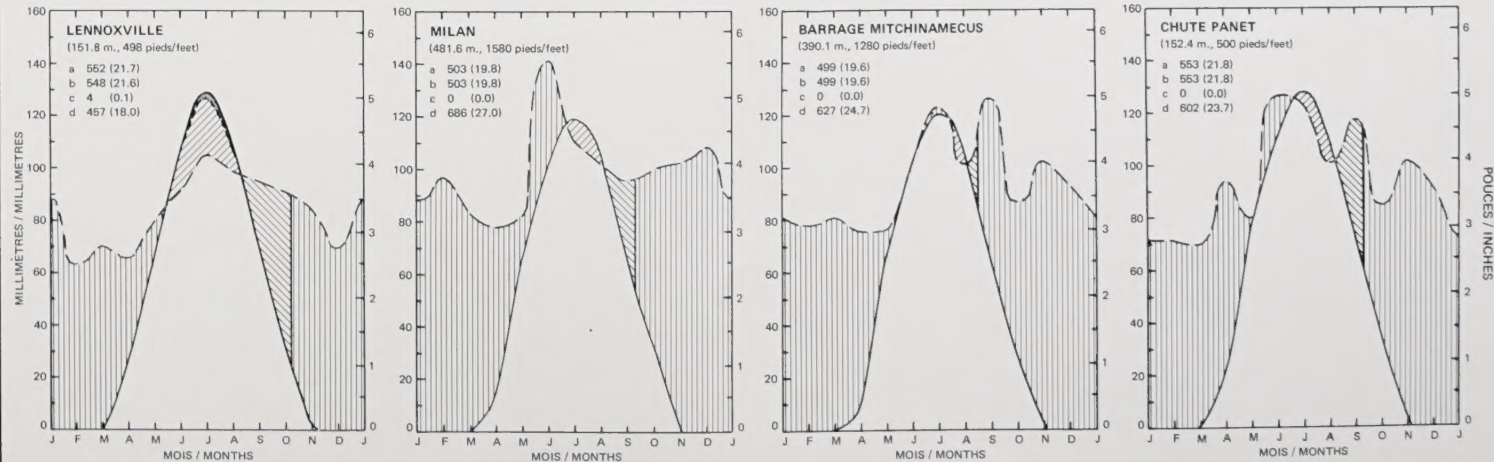
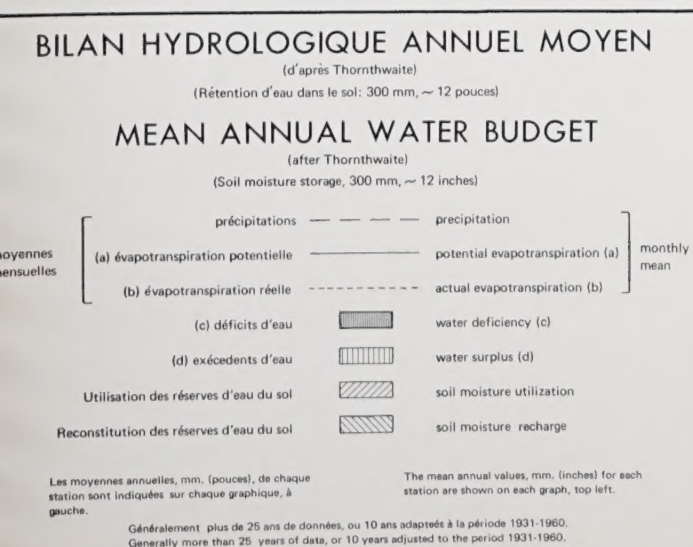
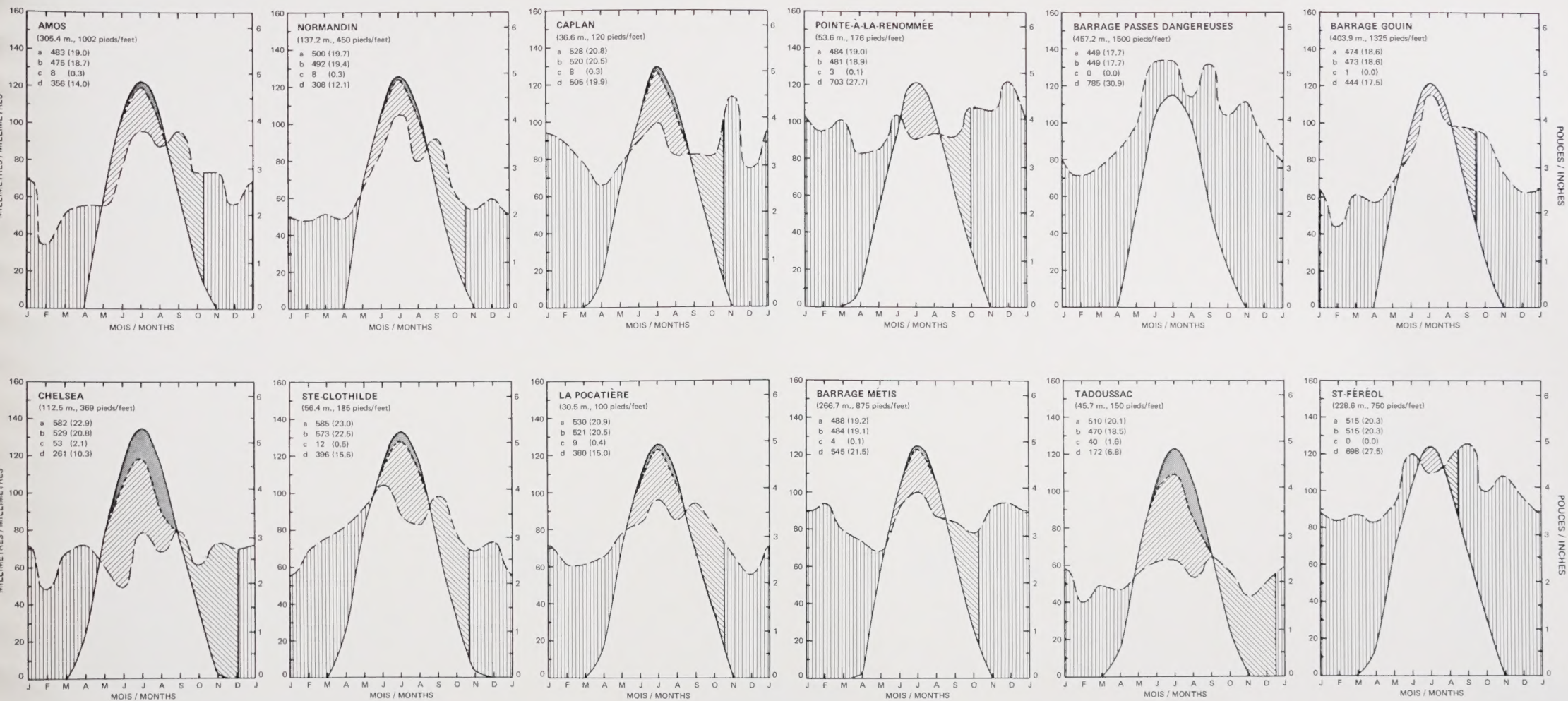


FIGURE 37

NOUVEAU-QUÉBEC / LABRADOR

Bioclimat humain à l'extérieur

1956 - 1965

NEW QUÉBEC - LABRADOR

Human Bioclimate I
Outdoors

1956 - 1965

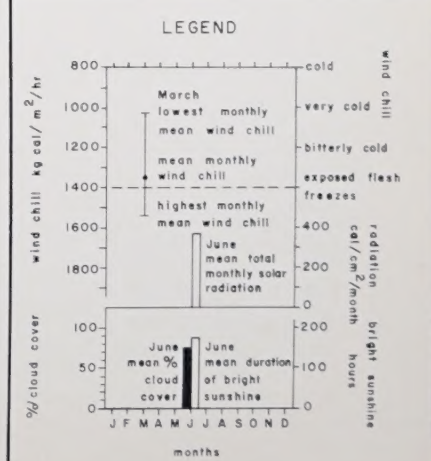
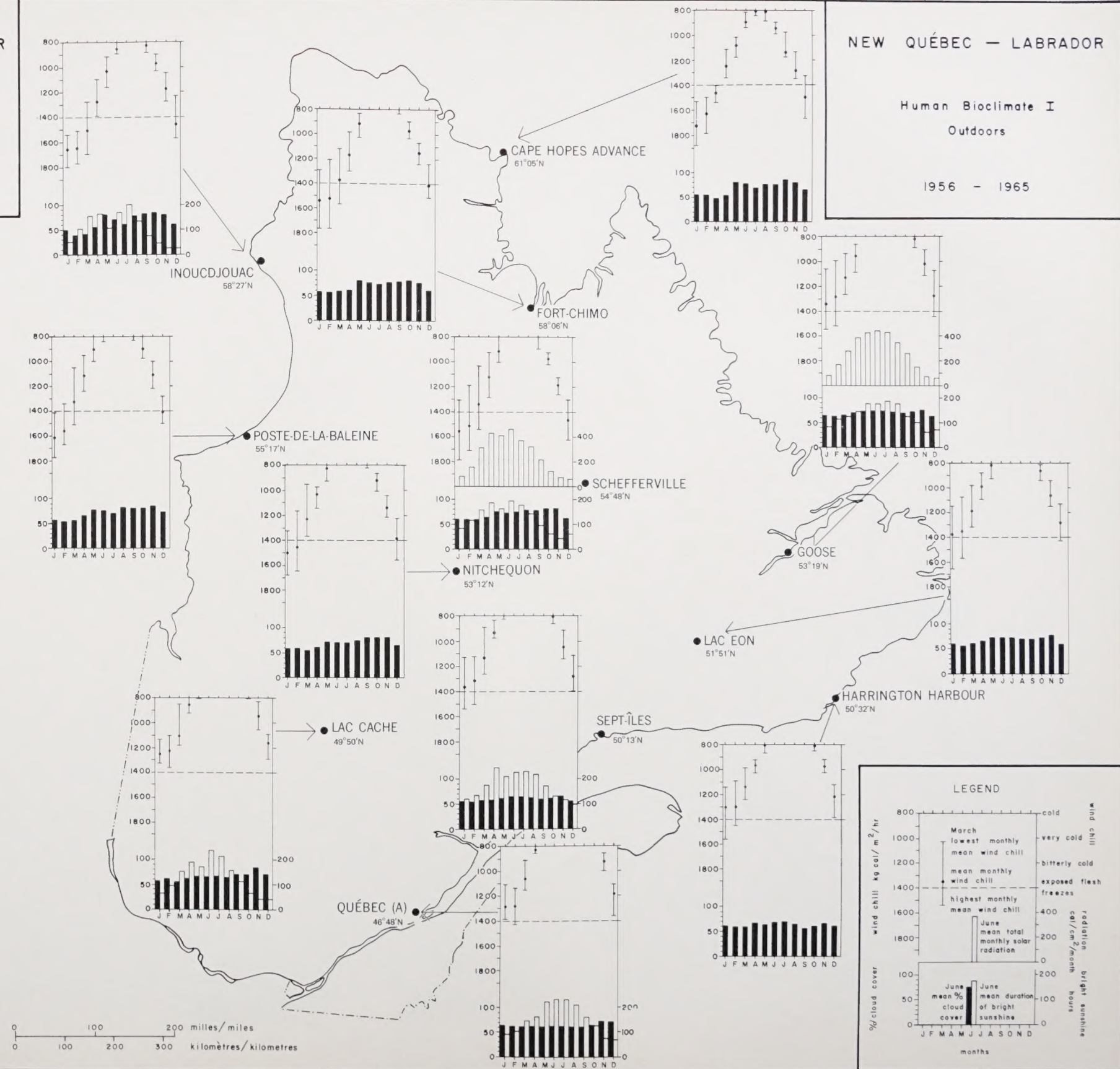
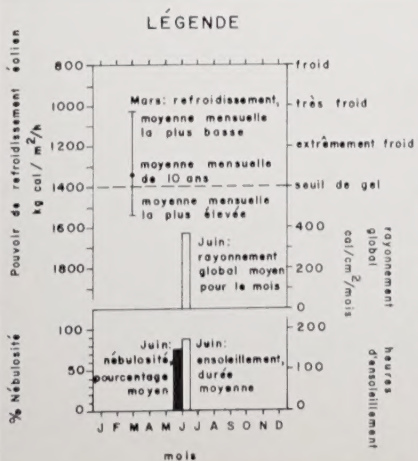


FIGURE 38 (a)

QUÉBEC MÉRIDIONAL

Bioclimat humain à l'extérieur

1956 - 1965

SOUTHERN QUÉBEC

Human Bioclimate I
Outdoors

1956 - 1965

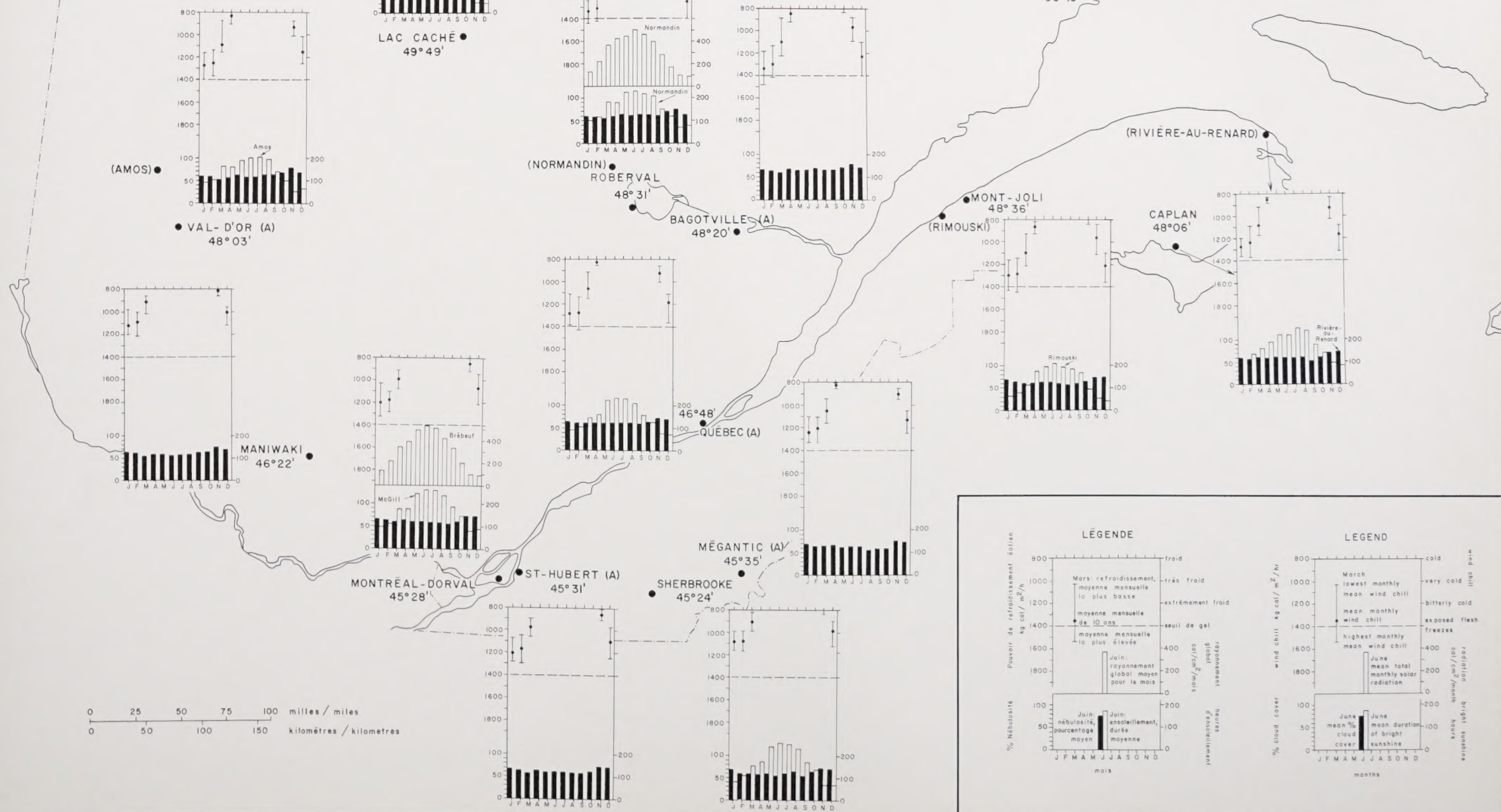


FIGURE 38 (b)

NOUVEAU-QUÉBEC / LABRADOR

Bioclimat humain — données de base pour la climatisation

Seuils de confort — suppositions:

Température 70°F
(65°F à l'extérieur $\equiv$ 70°F à l'intérieur)

Humidité relative $\geq 35\%$

Rapport de mélange $\geq 5.6 \text{ g/kg}$

1956 - 1965

NEW QUÉBEC — LABRADOR

Human Bioclimate II Data For Indoor Climate Control

Assuming as comfortable

Temperature 70°F
(where 65°F outdoors $\equiv$ 70°F indoors)

Relative Humidity $\geq 35\%$

Mixing Ratio $\geq 5.6 \text{ g/kg}$

1956 - 1965

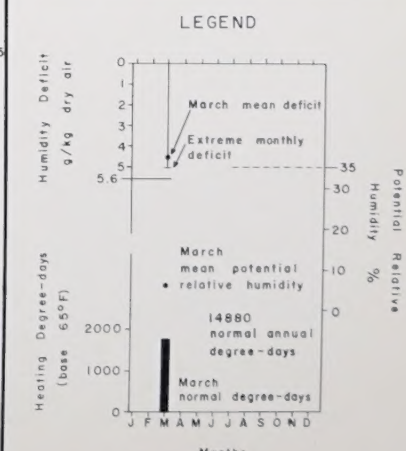
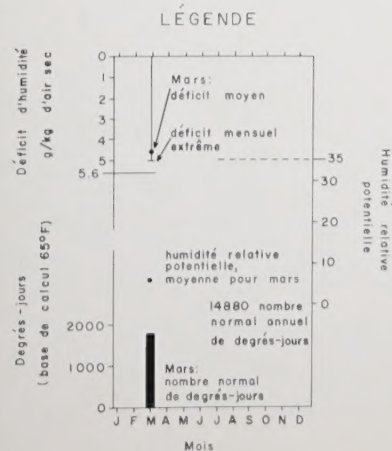


FIGURE 39 (a)

QUÉBEC MÉRIDIONAL

Bioclimat humain — données de base
pour la climatisation

Seuils de confort — suppositions;

Température 70°F
(65°F à l'extérieur $\geq$ 70°F à l'intérieur)

Humidité relative $\geq$ 35%

Rapport de mélange $\geq$ 5.6 g/kg

1956 — 1965

SOUTHERN QUÉBEC

Human Bioclimate II
Data For Indoor Climate Control

Assuming as comfortable

Temperature 70°F
(where 65°F outdoors $\geq$ 70°F indoors)

Relative Humidity $\geq$ 35%

Mixing Ratio $\geq$ 5.6 g/kg

1956 — 1965



FIGURE 39 (b)

NOUVEAU-QUÉBEC / LABRADOR

Température,
humidité et vitesse du vent
(moyennes)

1956 - 1965

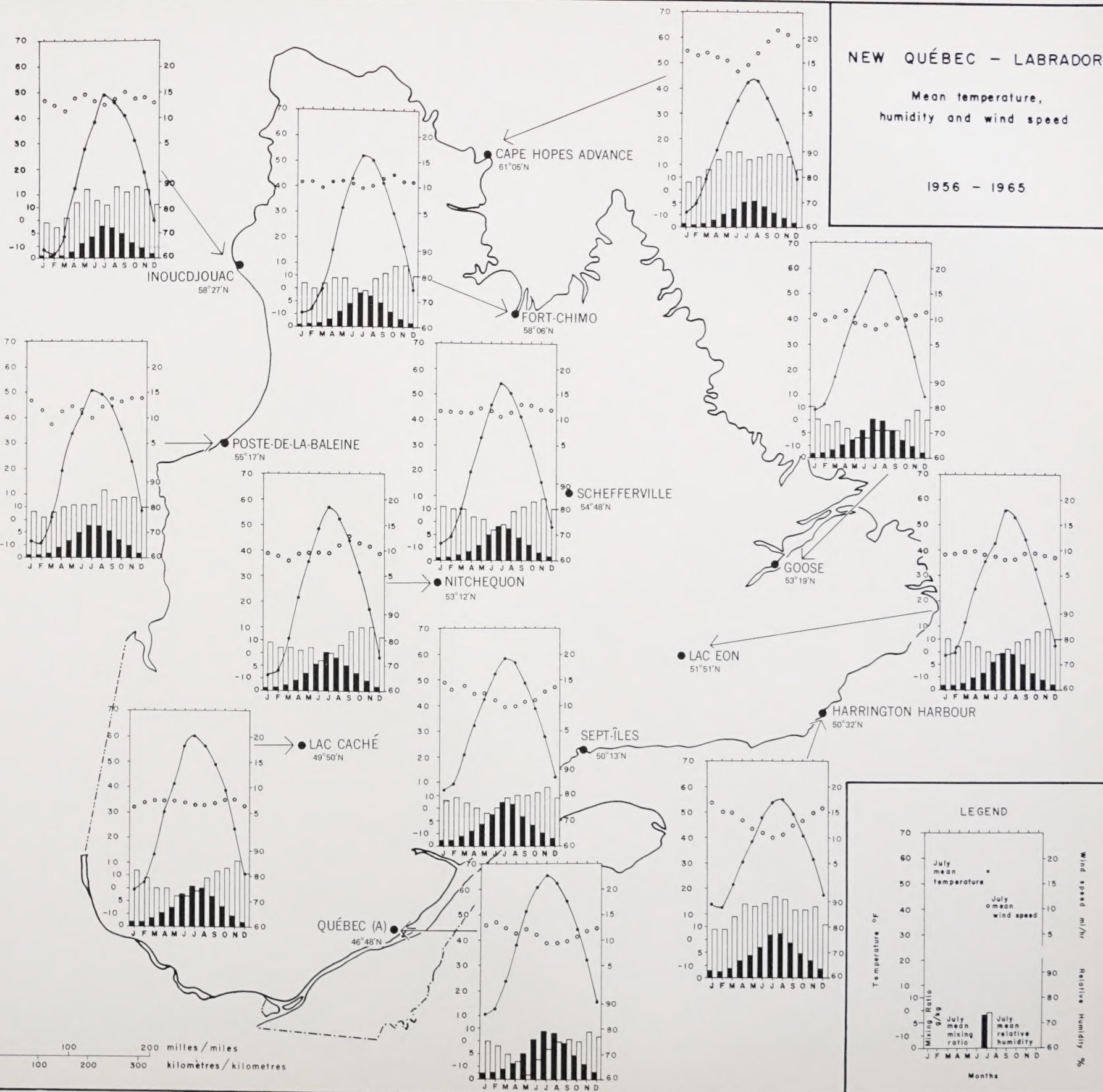


FIGURE 40 (a)

QUÉBEC MÉRIDIONAL

Température,
humidité et vitesse du vent
(moyennes)

1956 - 1965

SOUTHERN QUÉBEC

Mean temperature,
humidity and wind speed

1956 - 1965

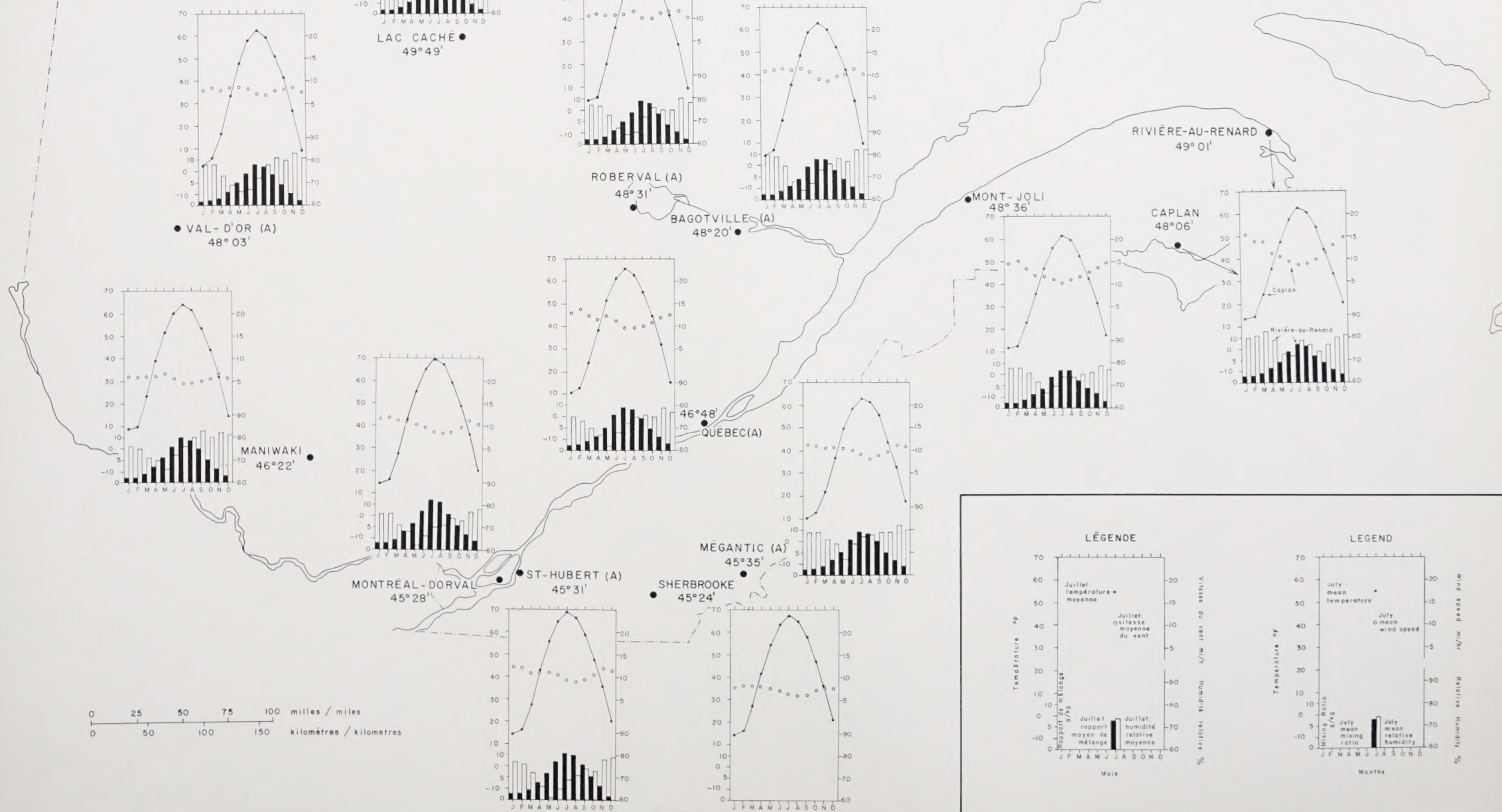
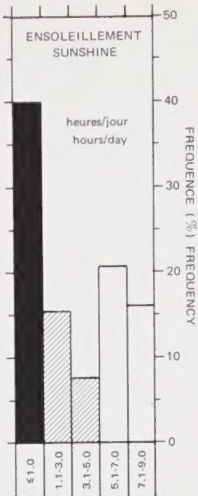
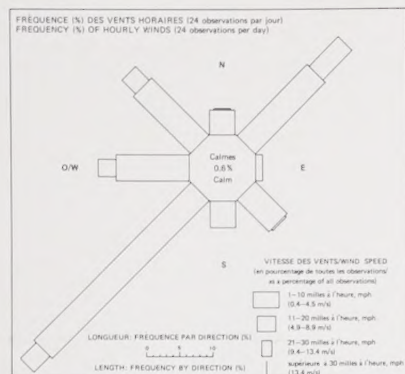
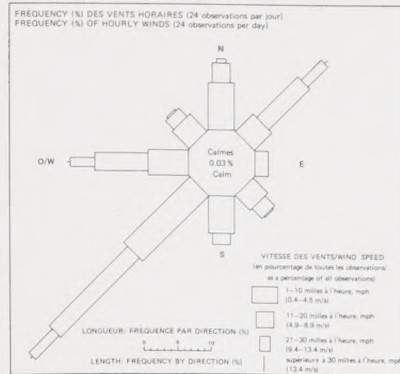


FIGURE 40 (b)

MONTRÉAL: McGill



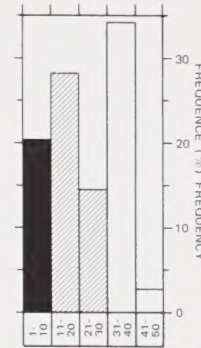
MONTRÉAL A.



RAYONNEMENT GLOBAL, 12.00 hres-13.00
TOTAL SOLAR RADIATION, 12.00-13.00 hrs.

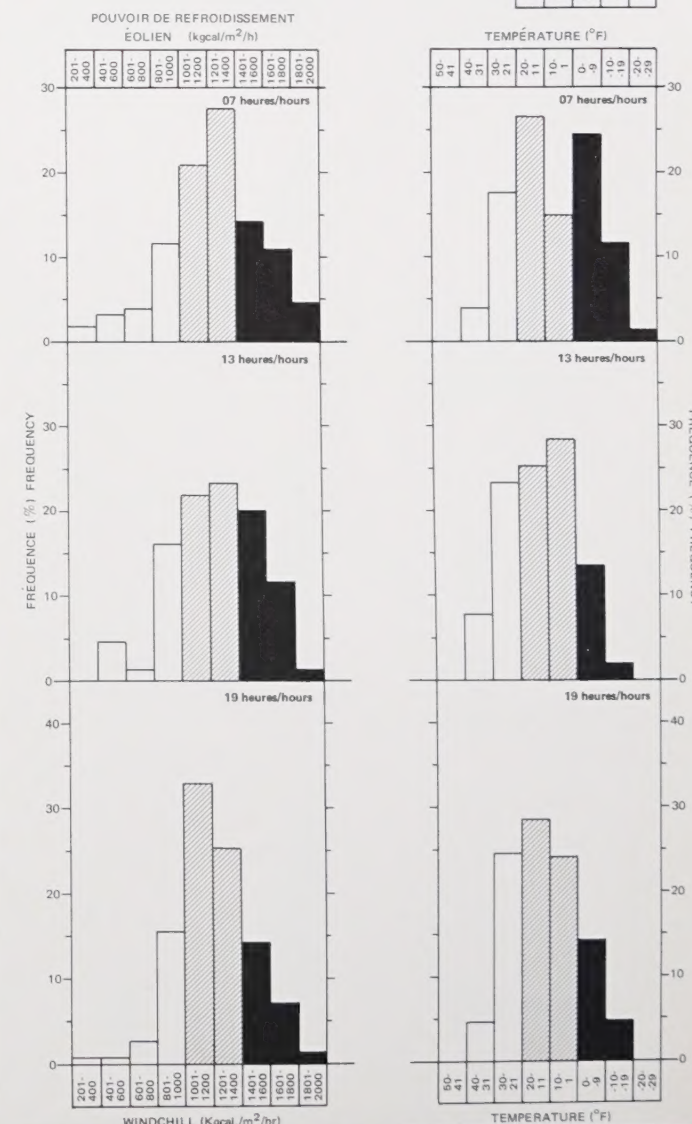
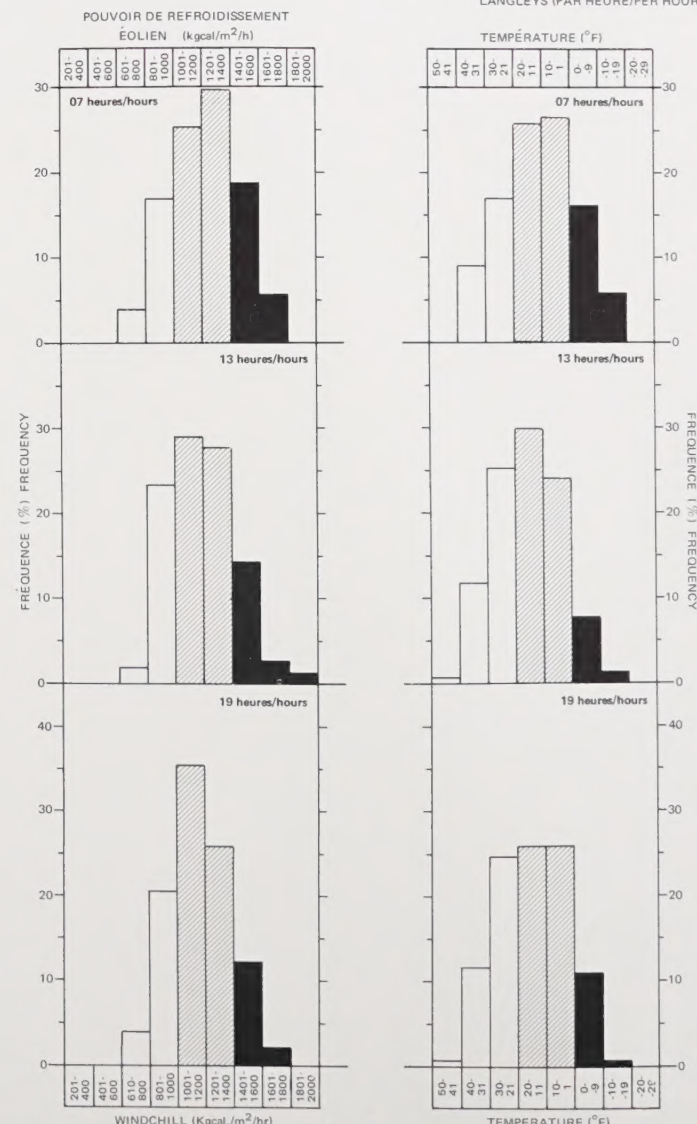
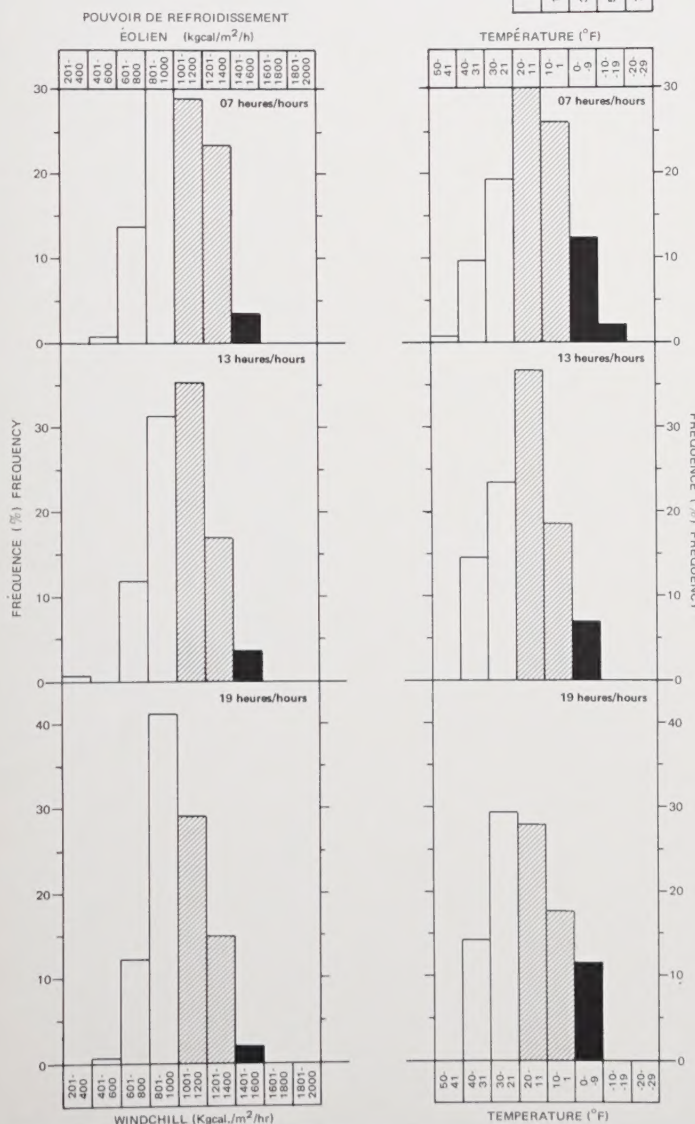
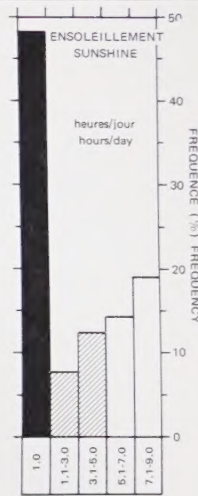
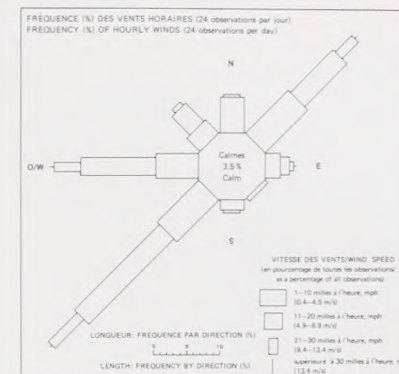
JANVIER/JANUARY, 1965-1969

MONTRÉAL: BRÉBEUF



LANGLEYS (PAR HEURE/PER HOUR)

QUÉBEC A.



BIOCLIMAT HUMAIN À L'EXTÉRIEUR, MONTRÉAL et QUÉBEC

FREQUENCES HORAIRES, 07, 13, 19 heures normales de l'est. FREQUENCE QUOTIDIENNE DE L'ENSOLEILLEMENT.
■ Fréquence du temps le moins plaisant; □ Fréquence du temps le plus plaisant.

JANVIER (1958-1962) JANUARY

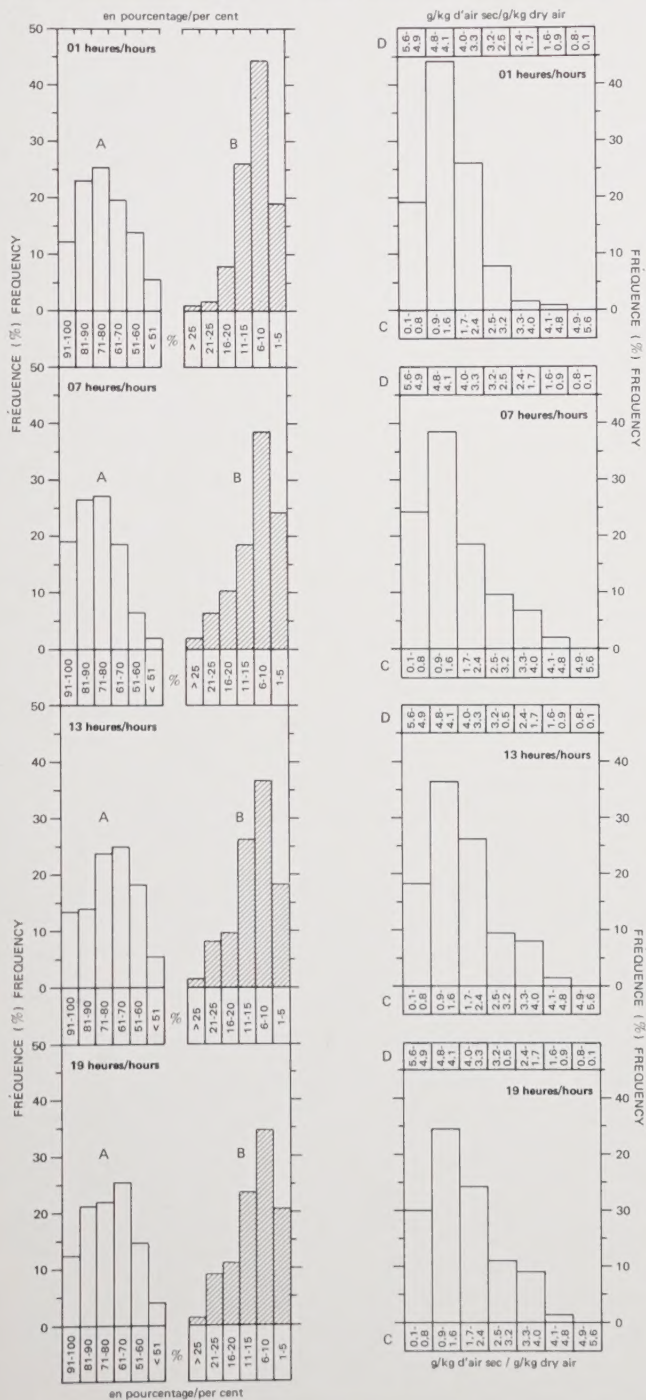
HUMAN BIOCLIMATE: OUTDOORS, MONTRÉAL and QUÉBEC

HOURLY FREQUENCY, 07, 13, 19 hours EST. DAILY FREQUENCY OF SUNSHINE
■ Frequency of the least pleasant weather; □ Frequency of the most pleasant weather

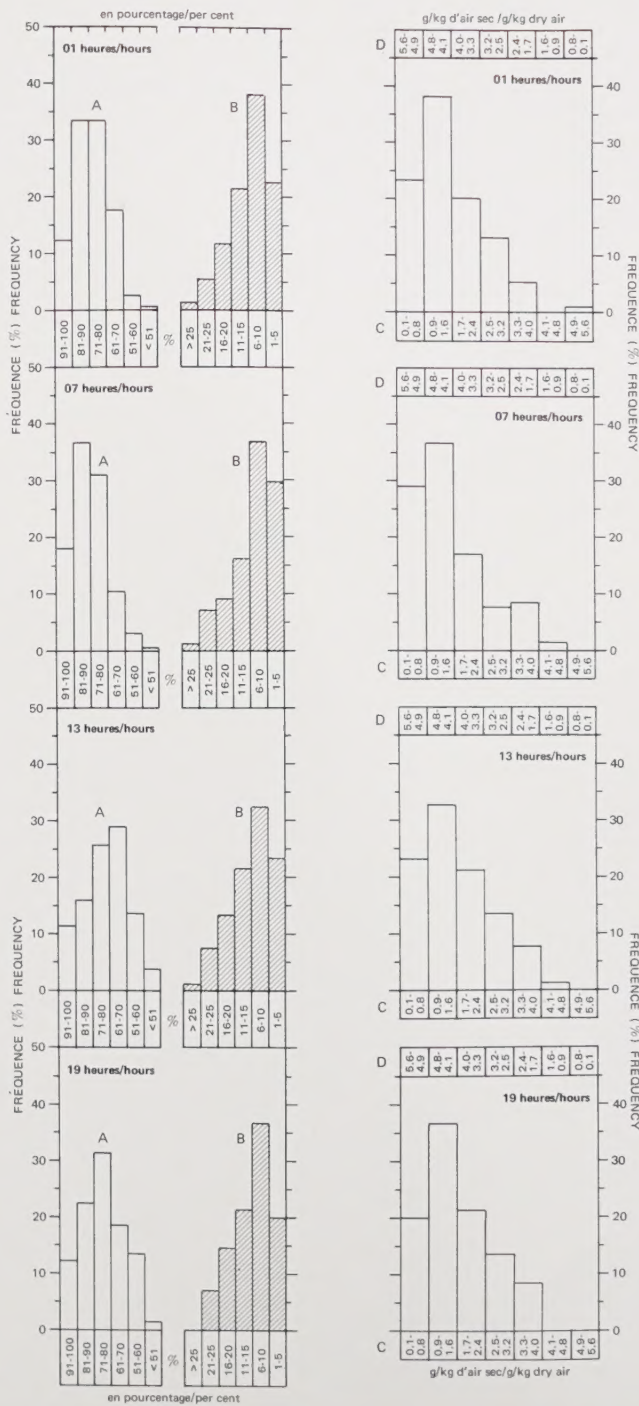
FIGURE 41

MONTRÉAL: MCGIL

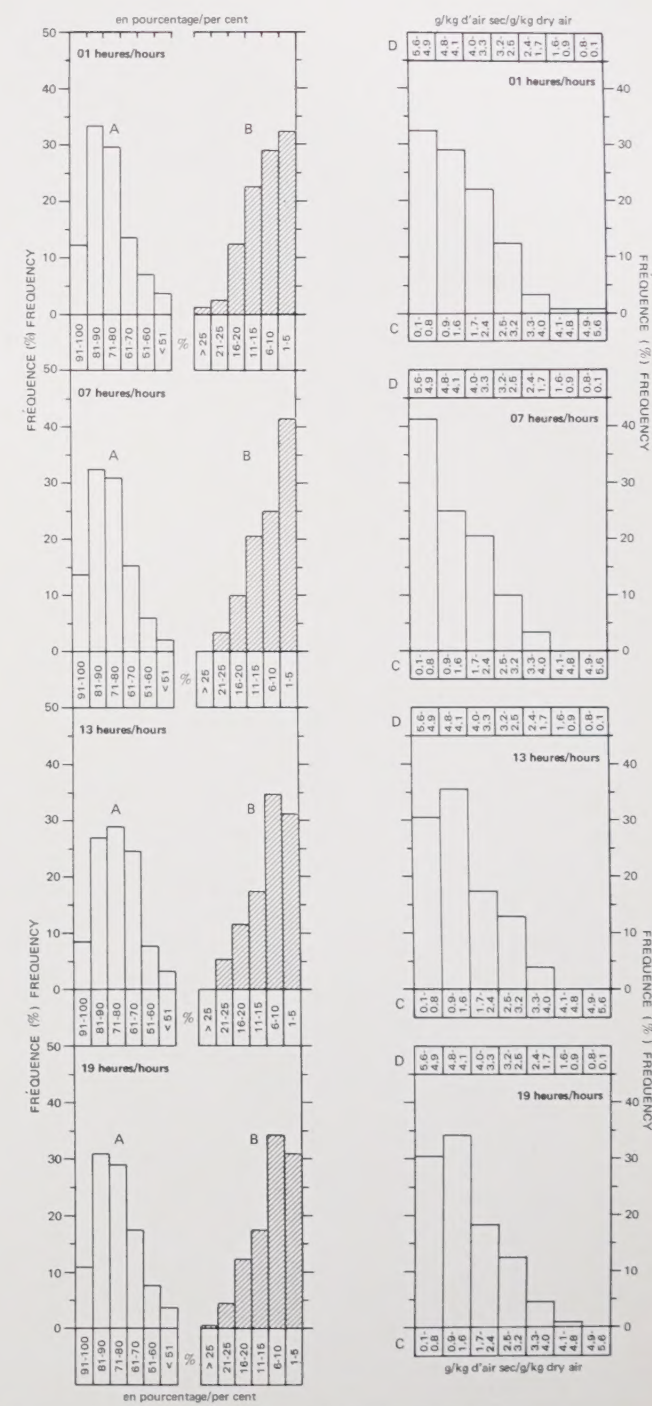
- A. HUMIDITÉ RELATIVE à l'extérieur.
RELATIVE HUMIDITY outdoors.
B. HUMIDITÉ RELATIVE POTENTIELLE à 70°.
POTENTIAL RELATIVE HUMIDITY at 70°.
C. RAPPORT de MÉLANGE à l'extérieur (échelle inférieure).
MIXING RATIO, outdoors (lower scale).
D. DÉFICIT d'HUMIDITÉ à l'intérieur, H.R. 35% (échelle supérieure).
HUMIDITY DEFICIT indoors, R.H. 35% (upper scale).



MONTRÉAL A.



QUÉBEC A.



BIOCLIMAT HUMAIN — DONNÉES DE BASE POUR LA CLIMATISATION

MONTRÉAL et/and QUÉBEC

HUMAN BIOCLIMATE — DATA FOR INDOOR CLIMATIC CONTROL

Seuils de confort supposés:

Température, 70° F; humidité relative, ≥ 35%; rapport de mélange, ≥ 5.6 g/kg d'air sec.
FRÉQUENCES HORAIRES, 01, 07, 13, 19 heures normales de l'est.

JANVIER (1958–1962) JANUARY

Assuming as comfortable

Temperature, 70° F; relative humidity, ≥ 35%; mixing ratio, ≥ 5.6 g/kg dry air
HOURLY FREQUENCY, 01, 07, 13, 19 hours EST.

FIGURE 42

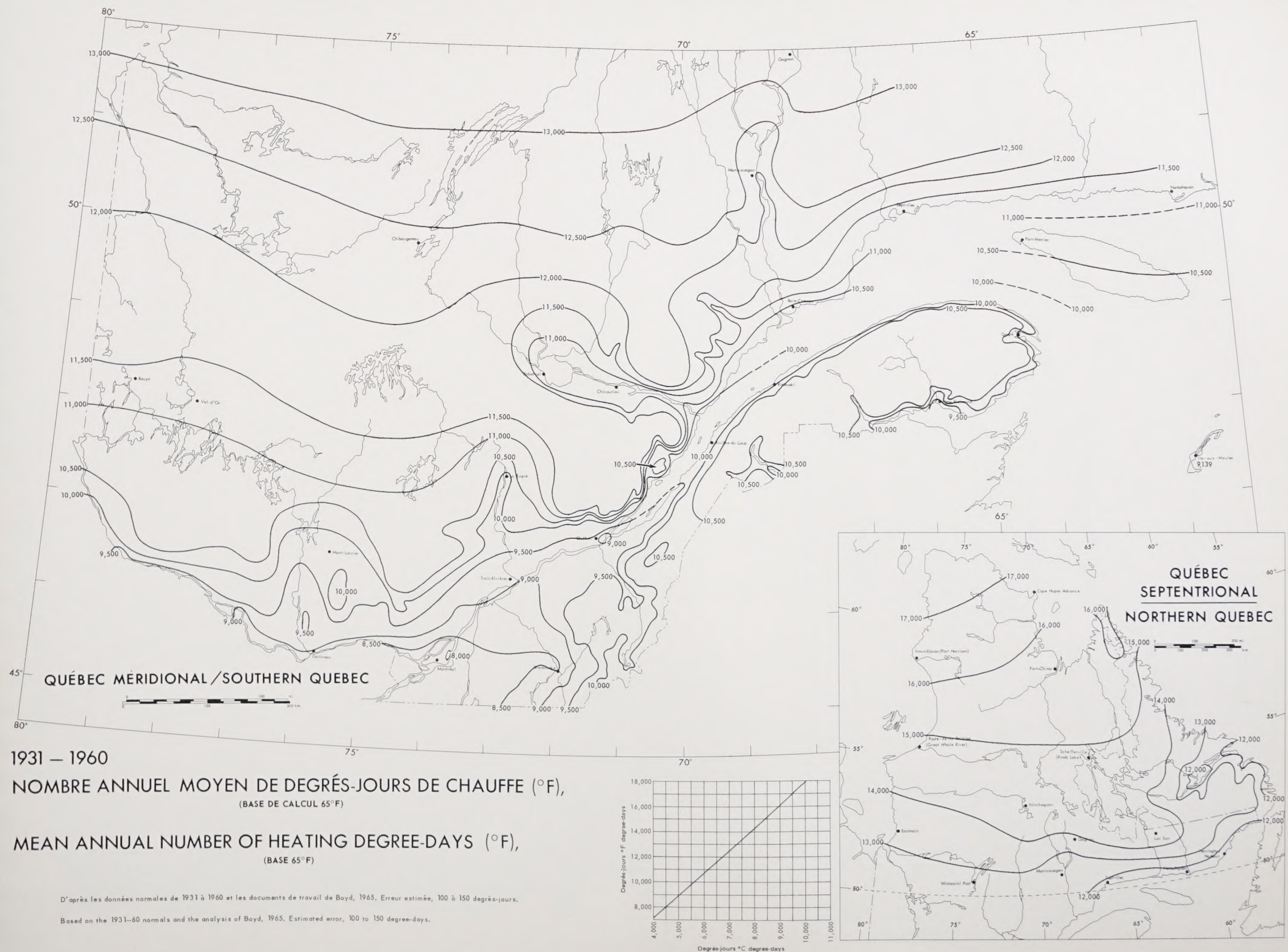
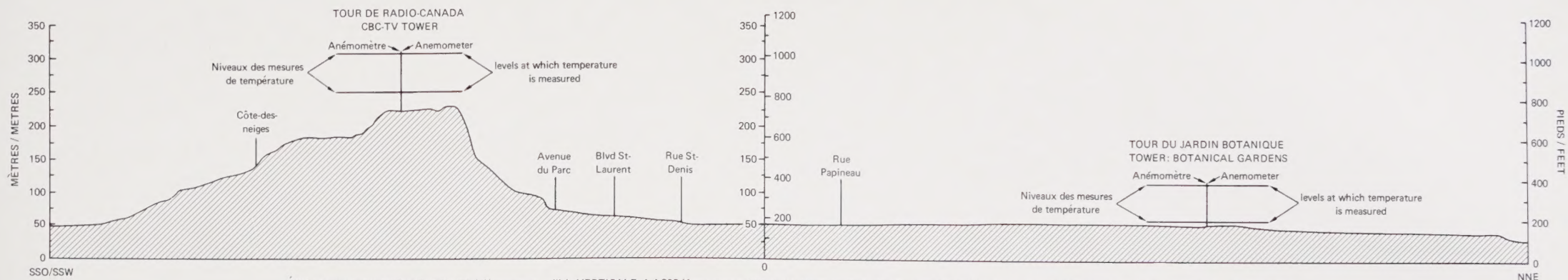


FIGURE 43

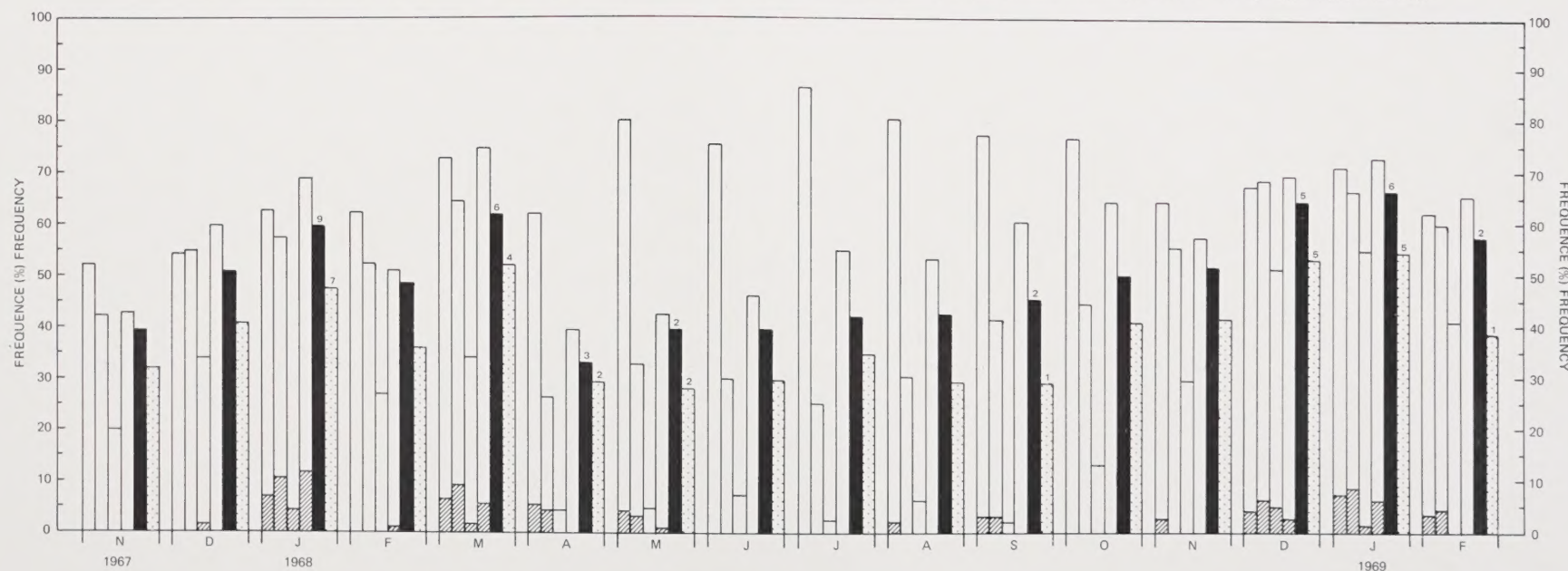


TOUR DE RADIO-CANADA

Mesures des températures
à 100 pieds (30.5 m) et
à 290 pieds (88.4 m).

Mesures des vents
à 300 pieds (91.4 m).

Altitude du site:
725 pieds (221.0 m).



CBC-TV TOWER

Temperature measured
at 100 feet (30.5 m) and
290 feet (88.4 m).

Wind measurements
at 300 feet (91.4 m).

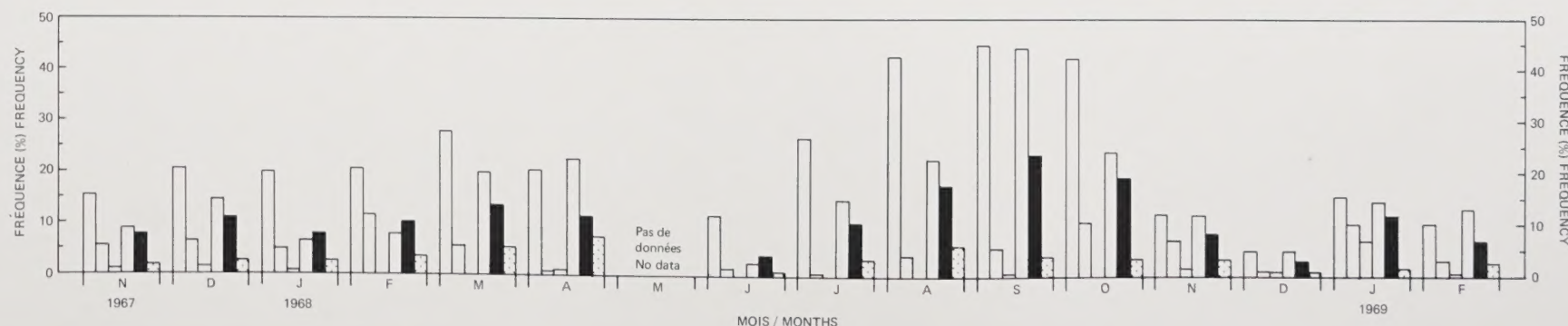
Elevation of the site:
725 feet (221.0 m).

TOUR DU JARDIN BOTANIQUE

Mesures des températures
à 20 pieds (6.1 m) et
à 200 pieds (61.0 m).

Mesures des vents
à 200 pieds (61.0 m).

Altitude du site:
180 pieds (54.9 m).



TOWER BOTANICAL GARDENS

Temperature measured
at 20 feet (6.1 m) and
200 feet (61.0 m).

Wind measurement
at 200 feet (61.0 m).

Altitude of the site:
180 feet (54.9 m).

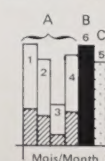
FRÉQUENCE DES INVERSIONS DE TEMPÉRATURE

(y compris les cas d'isothermie)

- A. en pourcentage de toutes les observations horaires de différentes périodes de la journée: 1. 00–05 heures; 2. 06–11 heures; 3. 12–17 heures; 4. 18–23 heures. Heure normale de l'est. Les lignes diagonales indiquent la fréquence des inversions supérieures à 5°F (2.8°C).
- B. en pourcentage de toutes les observations horaires par mois. Le chiffre au-dessus indique la fréquence (%) des inversions supérieures à 5°F (2.8°C).
- C. la fréquence des inversions, avec vitesse du vent supérieure à 9 milles à l'heure (4.0 m/s), en pourcentage de toutes les observations horaires par mois. Le chiffre au-dessus indique la fréquence (%) des inversions supérieures à 5°F (2.8°C).

À partir des données publiées dans le Bulletin des tours météorologiques, la Direction de la météorologie du Canada.

MONTRÉAL 1967–1969



FREQUENCY OF TEMPERATURE INVERSIONS

(including isothermal cases).

- A. as a percentage of all hourly observations for certain times of the day: 1. 00–05 hours; 2. 06–11 hours; 3. 12–17 hours; 4. 18–23 hours. Eastern Standard Time. The cross-shading indicates the frequency of inversions greater than 5°F (2.8°C).
- B. as a percentage of all hourly observations for the month. The figure above indicates the frequency (%) of inversions greater than 5°F (2.8°C).
- C. the frequency of inversions with a wind greater than 9 mph (4.0 m/s), as a percentage of all hourly observations for the month. The figure above indicates the frequency (%) of inversions greater than 5°F (2.8°C).

Based on data published in Meteorological Tower Bulletin, Canadian Meteorological Branch, Toronto.

